

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE FARMACIA
Departamento de Nutrición y BromatologíaII
(Nutrición)



**Influencia de los procesos de cocción y conservación sobre el
contenido de nitratos y nitritos en espinacas (Spinacea
oleracea)**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR**

María José Peñuela Teruel

Directoras

Mercedes García Mata

Nieves Bosch Bosch

Madrid 2005

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE FARMACIA

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA II: BROMATOLOGÍA

**INFLUENCIA DE LOS PROCESOS DE COCCIÓN Y CONSERVACIÓN
SOBRE EL CONTENIDO DE NITRATOS Y NITRITOS
EN ESPINACAS (*Spinacia oleracea* L.).**

Tesis Doctoral que presenta **María-José Peñuela Teruel**,
para optar al grado de Doctor en Farmacia.

MADRID, 1994



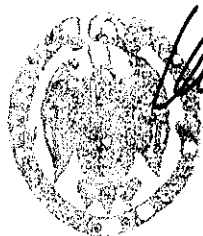
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE FARMACIA

DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA II
Bromatología

M^a ESPERANZA TORIJA ISASA, CATEDRATICA Y DIRECTORA DEL DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA II: BROMATOLOGIA, DE LA FACULTAD DE FARMACIA, DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

CERTIFICA: Que el presente trabajo titulado "**Influencia de los procesos de cocción y conservación sobre el contenido de nitratos y nitritos en espinacas (*Spinacia oleracea* L.)**" se ha realizado en este Departamento bajo la dirección de las Dras. Nieves Bosch Bosch y Mercedes García Mata y constituye la Memoria que presenta la Licenciada **D^a María José Peñuela Teruel** para optar al Grado de Doctor.

Y para que conste a los efectos oportunos firmo el presente certificado en Madrid a diecisiete de octubre de mil novecientos noventa y cuatro.



DEPARTAMENTO
BROMATOLOGIA

Esperanza Torija

FE DE ERRATAS

Pág.	Línea	Dice	Debe decir
12	17	que porcentaje	que el porcentaje
13	17	PH	pH
18	22,24, 26,28, 29	-	mg
38	13	Carroaz	Carroad
44	4	temperaturas bajas	temperaturas bajas, -15 a -20°C)
44	5	moderadas	moderadas, 10 a 15°C)
44	5	más altas	más altas, 40 a 65°C)
72	4	temperatura que por	temperatura, por
74	3	pueden	puede
77	8	nitrito	nitrato
100	5	Escaldado	Escaldado-Escurrido
103	2	espinaca	espinacas
137	20	líquido	líquido de cocción.
139	5	siguiente	siguientes
142	16	nitratos	elementos minerales
341	8	esta	estas
346	23	368 mg	386 mg
386	12	conservación	congelación
397	14	C	B
66	16	protéticos	prostéticos



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE FARMACIA

DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA II
Bromatología

NIEVES BOSCH BOSCH Y MERCEDES GARCIA MATA, PROFESORAS TITULARES DEL DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA II: BROMATOLOGIA, DE LA FACULTAD DE FARMACIA, DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

CERTIFICAN: Que el presente trabajo titulado "Influencia de los procesos de cocción y conservación sobre el contenido de nitratos y nitritos en espinacas (*Spinacia oleracea* L.)" se ha realizado en este Departamento bajo su dirección y constituye la Memoria que presenta la Licenciada D^a María José Peñuela Teruel para optar al Grado de Doctor.

Y para que conste a los efectos oportunos firmamos el presente certificado en Madrid a diecisiete de octubre de mil novecientos noventa y cuatro.

DEPARTAMENTO
BROMATOLOGIA

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento:

- A la Dra. Nieves Bosch Bosch y a la Dra. Mercedes García Mata, directoras de esta tesis doctoral, por su inapreciable orientación e inestimable ayuda.
- A la Dra. M^a Esperanza Torija Isasa, Directora del Departamento de Nutrición y Bromatología II, por sus valiosos consejos y el constante apoyo que me ha brindado.
- A la Dra. M^a Luisa Pérez Rodríguez, por su gran compañerismo.
- A la Dra. M^a Soledad Martín Gómez y a los compañeros del Departamento de Fisiología Vegetal, por su considerable interés durante el desarrollo de esta tesis.
- Al Dr. Antonio Rueda, por sus interesantes sugerencias para la realización del estudio estadístico.
- A D. Francisco José Rueda, por su buena disposición en la transcripción informática del trabajo.
- A todos mis compañeros y amigos, que de algún modo han respetado la realización de este trabajo de investigación.
- Y sobre todo quiero señalar mi gratitud a mis padres y a Iñigo mi esposo, que con su ánimo, apoyo y paciencia en todo momento, han conseguido que tuviera la voluntad precisa para comenzar y finalizar esta tesis doctoral.

**A MIS PADRES
A IÑIGO**

ÍNDICE

ÍNDICE

Página

1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- PARTE GENERAL	7
2.1.- ESPINACAS	7
2.1.1.- DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	7
2.1.2.- VARIEDADES BOTÁNICAS. CLASIFICACIÓN	8
2.1.3.- FISIOLÓGÍA DEL CRECIMIENTO Y LA REPRODUCCIÓN	10
2.1.4.- CULTIVO DE LAS ESPINACAS	13
2.1.4.1.- <u>Clima</u>	13
2.1.4.2.- <u>Suelo</u>	13
2.1.4.3.- <u>Fertilización</u>	14
2.1.5.- CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPINACAS	17
2.1.5.1.- <u>Composición</u>	17
2.1.5.2.- <u>Calidad nutritiva de las espinacas</u>	19
2.1.6.- PROCESADO INDUSTRIAL DE LAS ESPINACAS.	
CONTROL DE CALIDAD	21
2.1.6.1.- <u>Etapas previas al proceso industrial</u>	21
2.1.6.1.1.- Producción de semillas	21
2.1.6.1.2.- Preparación del terreno	22

2.1.6.1.3.- Siembra	22
2.1.6.1.4.- Labores de cultivo	23
2.1.6.1.5.- Recolección	24
2.1.6.1.6.- Conservación durante el transporte y hacia el destino comercial	25
2.1.6.2.- <u>Tratamientos industriales de las espinacas</u>	27
2.1.6.2.1.- Lavado	30
2.1.6.2.2.- Inspección, selección y clasificación	31
2.1.6.2.3.- Escaldado	31
2.1.6.2.4.- Enfriamiento	41
2.1.6.2.5.- Escurrido	43
2.1.6.2.6.- Tratamiento por frío	44
2.1.6.2.6.1.- <u>Refrigeración</u>	45
2.1.6.2.6.2.- <u>Congelación</u>	46
2.1.6.2.7.- Envasado	51
2.1.6.2.8.- Almacenamiento y distribución del producto congelado.	
Cadena del frío	53
2.1.6.2.9.- Caracteres estándares usuales de la calidad para la espinaca	56
2.1.7.- TRATAMIENTO CULINARIO	58
2.2.- NITRATOS Y VEGETALES	60
2.2.1.- CICLO DEL NITRÓGENO	60
2.2.2.- NITRATOS PROCEDENTES DE LOS FERTILIZANTES	62
2.2.3.- CARACTERÍSTICAS DEL ENZIMA NITRATO-REDUCTASA (N-R)	66
2.2.3.1.- <u>Estructura química de la N-R</u>	66
2.2.3.2.- <u>Tipos de N-R</u>	68
2.2.3.3.- <u>Localización de la N-R</u>	69

2.2.3.4.- <u>Función y regulación de la N-R</u>	69
2.2.4.- NITRATOS Y NITRITOS EN LOS ALIMENTOS VEGETALES	72
2.3.- NITRATOS Y NITRITOS EN EL HOMBRE	75
2.3.1.- METABOLISMO	75
2.3.2.- ASPECTOS TOXICOLÓGICOS DE LAS SALES NITROGENADAS	77
2.3.2.1.- <u>Toxicidad aguda y crónica</u>	78
2.3.2.2.- <u>Metahemoglobinemia infantil</u>	78
2.3.2.3.- <u>Sales nitrogenadas y nitrógenos</u>	82
2.3.2.3.1.- Formación de nitrosaminas en los alimentos	82
2.3.2.3.2.- Formación de nitrosaminas "in vivo"	88
2.3.2.4.- <u>Acción carcinogénica de las nitrosaminas</u>	91
2.3.2.5.- <u>Anormalidades congénitas</u>	93
3.- PARTE EXPERIMENTAL	95
3.1.- SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS	95
3.1.1.- ESPINACAS COMERCIALES	96
3.1.2.- ESPINACAS EXPERIMENTALES. DESARROLLO DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	97
3.2.- ESQUEMA DE TRABAJO	101
3.3.- MÉTODOS DE ANÁLISIS	106
3.3.1.- NITRITOS Y NITRATOS	108
3.3.1.1.- <u>Fundamento</u>	108
3.3.1.2.- <u>Marcha analítica</u>	109
3.3.1.2.1.- Pruebas previas a la toma de muestra	109

3.3.1.2.2.- Preparación y toma de la muestra	110
3.3.1.2.3.- Extracción de los compuestos nitrogenados	112
3.3.1.2.4.- Clarificación	112
3.3.1.2.5.- Determinación de nitritos	113
3.3.1.2.6.- Determinación de nitratos	113
3.3.1.2.7.- Determinación de nitritos y nitratos en el agua de la red de abastecimiento general	114
3.3.1.3.- <u>Estudio del método de análisis</u>	116
3.3.1.3.1.- Control del poder reductor del cadmio metálico	116
3.3.1.3.2.- Curvas de calibración espectrofotométrica	117
3.3.1.4.- <u>Cálculos</u>	122
3.3.2.- ACTIVIDAD ENZIMÁTICA NITRATO-REDUCTASA	128
3.3.2.1.- <u>Fundamento</u>	128
3.3.2.2.- <u>Plan de trabajo</u>	129
3.3.2.3.- <u>Marcha analítica</u>	130
3.3.2.4.- <u>Curva de calibración espectrofotométrica</u>	133
3.3.2.5.- <u>Cálculo de la actividad nitrato-reductasa</u>	134
3.3.3.- pH	135
3.3.4.- HUMEDAD	136
3.3.5.- ELEMENTOS MINERALES	137
3.3.6.- TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	142
3.3.7.- RELACIÓN DE MATERIAL Y REACTIVOS	142
 4.- RESULTADOS	 148

4.1.- TABLAS GENERALES	148
4.2.- TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	151
5.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	327
5.1.- PRUEBAS PREVIAS GENERALES	328
5.2.- ESTUDIO DEL CONTENIDO DE NITRATOS	330
5.2.1.- ESPINACAS COMERCIALES	330
5.2.2.- ESPINACAS EXPERIMENTALES	338
5.2.3.- INGESTA DIARIA DE NITRATOS EN RELACIÓN CON LA D.D.A.	346
5.3.- ESTUDIO DEL CONTENIDO DE NITRITOS	348
5.3.1.- ESPINACAS COMERCIALES	348
5.3.2.- ESPINACAS EXPERIMENTALES	351
5.4.- ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD NITRATO-REDUCTASA	357
5.5.- ESTUDIO DE LOS VALORES DE pH	358
5.6.- ESTUDIO DE LA HUMEDAD	358
5.7.- ESTUDIO DEL CONTENIDO DE ELEMENTOS	
MINERALES	359
5.7.1.- ESPINACAS COMERCIALES	359
5.7.2.- ESPINACAS EXPERIMENTALES	365
5.7.3.- ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES COCIDAS	370
5.8.- TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	372
5.8.1.- CONTENIDO DE NITRATOS	372

5.8.1.1.- <u>Espinacas Comerciales</u>	372
5.8.1.2.- <u>Espinacas Experimentales</u>	376
5.8.1.3.- <u>Espinacas Comerciales y Experimentales. Estudio comparativo</u>	379
5.8.2.- CONTENIDO DE NITRITOS	381
5.8.2.1.- <u>Espinacas Comerciales</u>	381
5.8.2.2.- <u>Espinacas Experimentales</u>	383
5.8.2.3.- <u>Espinacas Comerciales y Experimentales. Estudio comparativo</u>	384
5.8.2.4.- <u>Contenido de nitritos y actividad nitrato-reductasa en espinacas</u>	386
5.8.3.- VALORES DE pH	386
5.8.4.- CONTENIDO DE ELEMENTOS MINERALES	387
5.8.4.1.- <u>Muestras Comerciales</u>	387
5.8.4.2.- <u>Muestras Experimentales</u>	389
5.8.4.3.- <u>Muestras Comerciales y Experimentales. Estudio comparativo</u>	391
6.- CONCLUSIONES	396
7.- BIBLIOGRAFÍA	403

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Históricamente, según Gorini (1977), el origen de la espinaca se centra en el suroeste asiático y fue dada a conocer en Europa por los árabes durante sus invasiones. Su cultivo sólo adquiere importancia a partir del año 1800, fecha en la que su consumo se extiende a todos los países europeos.

Por su parte, Pelt (1994) describe que la forma silvestre de la espinaca aparece desde el Cáucaso hasta Afganistán, pasando por Turquía e Irán. Ignorada por los pueblos de la Antigüedad, penetra en Europa con las Cruzadas y la conquista árabe. Existen dos interpretaciones del origen de la espinaca; la importación "consciente" por los cruzados y los árabes, o la importación involuntaria, por los cruzados, de los frutos que se agrupan en forma de bola y se aglutinan unos a otros, enganchándose a la ropa de los soldados o a la piel de los animales. Es obvio que ambas versiones no son excluyentes entre sí, y hoy se admite que esta hortaliza pudo llegar de Persia por estas vías.

La espinaca fue cultivada en Sevilla desde el siglo XI, y los médicos árabes la consideraban como una hortaliza de las más apreciadas. En el siglo XVI se había extendido ya por toda Europa.

La espinaca se impuso en el Renacimiento, como muchas verduras procedentes de Italia. Las fruterías de las grandes ciudades europeas estaban siempre bien provistas: las vendían ya preparadas cocidas en agua y picadas finamente bajo forma de bolas, a las que se les escurría el líquido estrujándolas con las manos o mediante un bastón; era el gran festín de los estudiantes de París y de Orleans. También, se salteaban con mantequilla, aceite y vinagre.

El consumo de la espinaca hoy en día, suele ser en crudo, hervida, frita o rehogada, y es uno de los productos hortícolas más tratado industrialmente, envasado en recipientes de vidrio o congelado (Jourdan, 1984).

La espinaca es una hortaliza y como tal, presenta un elevado valor nutritivo, por su riqueza vitamínica y su contenido en elementos minerales (Maroto, 1989; García, 1990).

La bibliografía muestra, en diversos estudios referentes a las espinacas, que presentan un elevado contenido de nitratos, procedentes de una fertilización masiva con compuestos inorgánicos que provocan su acumulación en el vegetal (Mills y col., 1976; Acar y Ahrens, 1978; Fritsch y Saint Blanquat, 1985; Maroto, 1989, 1990; Hill, 1991a).

Estas sales nitrogenadas pueden reducirse a nitritos que son responsables de graves problemas toxicológicos.

La toxicidad de los nitratos está directamente relacionada con la de los nitritos, especialmente en el aspecto que se refiere a la producción de nitrosaminas y su participación en la formación de metahemoglobinemia (Barnes y Magee, 1954; Crosby, 1976; Fine y col., 1977; Fritsch y Saint Blanquat, 1990; Hill, 1991a; Ruiz y col. 1993).

La importancia del ión nitrato para la salud humana deriva del hecho de que él mismo puede ser convertido "in vivo" en ión nitrito. Este puede interaccionar con la hemoglobina disminuyendo la eficiencia en el transporte de oxígeno de la sangre (metahemoglobinemia). Los lactantes y niños de corta edad (menores de 1 año) constituyen el grupo de mayor riesgo de presentar metahemoglobinemias (De la Torre y col., 1983; Fritsch y Saint Blanquat, 1985; Farré y Frigola, 1987; Roberts y Dainty, 1988; De Fernícola, 1989; Echàiz y col., 1990; Hill, 1991a).

La alimentación infantil en los primeros años de vida, suele estar constituida principalmente por agua, leche y preparaciones industriales y domésticas de vegetales y frutas, por lo que no está exenta de la presencia de sustancias con poder tóxico como son los nitratos y nitritos presentes en los vegetales y en el agua (Araujo y Midio, 1990).

El tratamiento que sufren los alimentos durante su elaboración y preparación causa una serie de modificaciones en su composición, que pueden afectar a sus propiedades, tanto nutritivas como organolépticas (Cid y col., 1990). Además, hay

que tener en cuenta la conservación de éstos, ya que puede ser definitiva en la calidad del producto.

El **objetivo general** que se persigue en este trabajo es el estudio de las modificaciones que se verifican en el contenido de sales nitrogenadas, nitratos y nitritos, y la influencia de los procesos culinario y tecnológico, así como de la conservación.

Este objetivo general se desglosa en los siguientes **objetivos concretos**:

- a) Estudio del contenido de nitratos y nitritos en:
 - Espinacas frescas tras someterlas al procesado tecnológico experimental y culinario.
 - Espinacas crudas congeladas.
 - Espinacas cocidas.
- b) Influencia de las condiciones de conservación en refrigeración y congelación de muestras crudas y cocidas, en el contenido de sales nitrogenadas.
- c) Investigación de la actividad enzimática nitrato-reductasa.
- d) Estudio del contenido mineral por su posible relación con la reducción de los nitratos.

2.- PARTE GENERAL

2.- PARTE GENERAL

2.1.- ESPINACAS

2.1.1.- DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La Real Academia Española (1992), define la **espinaca** como una planta hortense, anual, de la familia Quenopodiáceas con tallo ramoso, hojas radicales, estrechas, agudas y suaves, con peciolo rojizo, flores dióicas, sin corola y semillas redondas o con cuernecillos según las variedades.

El nombre científico es *Spinacia oleracea* L., *Sp. Pl.*: 1.027 (1753), la cual pertenece a la familia *Chenopodiaceae* (Ball. En: Anónimo, 1993).

De los diferentes órganos florales de la espinaca, cabe destacar lo siguiente:

Raíz: pivotante, poco ramificada y de desarrollo radicular superficial, que dará origen a una roseta de hojas.

Hojas: de color verde oscuro, luciente u opaco pálido, pecioladas, con un limbo que puede ser más o menos sagitado, triangular-ovalado, o triangular acuminado, de márgenes enteros o sinuosos y de aspecto blando, rizado, liso o abollado. En esta fase de roseta de hojas, la planta puede alcanzar entre 15 y 25 cm de altura.

Posteriormente, la planta desarrolla un escapo floral que puede alcanzar un porte superior a los 80 cm.

Flores: verdosas. Las flores masculinas aparecen en espigas terminales o axilares en grupos de 6 a 12. Las flores femeninas se agrupan en glomérulos axilares.

Frutos: en aquenio, que son considerados como semillas, de forma algo apuntada, lisos o membranosos en unas variedades y espinosos en otras. Como término medio tiene una capacidad germinativa de cuatro años y en 1 g pueden contenerse unas 115 "semillas", las cuales son de color gris verdoso. Las semillas de 2 años poseen una germinación más rápida y regular que las de un solo año; si son rugosas es signo de envejecimiento (Maroto, 1989).

2.1.2.- VARIEDADES BOTÁNICAS. CLASIFICACIÓN

Botánicamente, se distinguen dos subespecies (Pedral y Gutierrez. En: Castraviejo y col., 1990):

- *Spinacia oleracea* ssp. *glabra* (Miller), de hojas anchas y semillas redondas y lisas.

- *Spinacia oleracea* ssp. *spinosa* (Moench), de hojas puntiagudas y semillas espinosas.

En general, la mayor parte de las variedades cultivadas pertenecen a esta segunda subespecie.

En los últimos años, se aprecia una cierta tendencia a la obtención de variedades híbridas más productivas y con diversos genes de resistencia a enfermedades de la planta (Maroto, 1989).

Existen diferentes criterios de clasificación varietal; según Maroto (1989) destacan los siguientes tipos:

- Según algunos caracteres morfológicos como:

- Porte de la planta: erguidos, semipostrados o postrados.

- Tipo de hojas: lisas, rizadas, globosas, de color verde claro u oscuro, o de hojas más o menos grandes.

- En cuanto a la aptitud de utilización: para ser consumidas en crudo, congeladas, etc.

- En función de la época de siembra: como las variedades de otoño-invierno, que son resistentes al frío, o las variedades de primavera-verano que soportan la subida a flor prematura. Además se encuentran las variedades de otoño-primavera.

2.1.3.- FISIOLÓGÍA DEL CRECIMIENTO Y LA REPRODUCCIÓN

La primera fase de crecimiento consiste en la *formación de hojas en roseta*; la duración de esta fase está muy influenciada, principalmente, por los factores climáticos; en este estadio de roseta no se diferencia la forma sexual de la planta (Gorini, 1970; Maroto, 1989).

Fase de floración: sobre ella influye la interacción temperatura-fotoperíodo, lo que ya señalaron, en 1957, Thompson y Kelly al exponer diferentes efectos sobre esta etapa.

La espinaca es una planta de "día largo", aunque se ha visto, que la temperatura puede alterar la respuesta de la planta a la luz solar.

Así, el crecimiento de plantas de espinaca a baja temperatura (4,5° a 10°C) de media mensual, sometidas al fotoperíodo normal de la época de invierno (días cortos), indujo un desarrollo de tallos florales en las mismas, más temprano que el que se conseguía al exponer a estas plantas a temperaturas superiores (15° a 26°C). Por otra parte, cuando se someten lotes de plantas

de espinacas a la acción de bajas temperaturas durante un mes a un fotoperíodo largo de quince horas y, posteriormente para esta misma exposición a la luz, se colocan a temperaturas más elevadas, hay una cierta respuesta (dentro de unos márgenes) de la salida de la flor, tanto más temprana cuanto más elevada es la temperatura, encontrándose el óptimo intervalo térmico entre 16° y 21°C (Gorini, 1970; Maroto, 1989).

INVUFLEC en 1970, señala que una iluminación suplementaria en condiciones de día corto, hasta conseguir un fotoperíodo de doce horas, aumenta los rendimientos en hojas recolectadas sin que desarrollen los escapos florales.

Un alargamiento de las horas de luz redunda en un crecimiento acelerado de las plantas, y este efecto será máximo cuando la iluminación es de 18 a 21 horas diarias, pero en este caso hay que reseñar que, en estas condiciones, a los 28 días la aparición de los esbozos florales, es asimismo precoz.

Zeevaart, en 1971, constató que con períodos cortos de luz, los peciolo de las hojas de espinaca estaban poco desarrollados, mientras que bajo la acción de tiempos largos de iluminación, los peciolo eran más largos y las hojas se orientaban con una mayor verticalidad.

Por otra parte, en estudios realizados por González y Marx (1983) se observa que cuando se aplica ácido giberélico, promotor del crecimiento de las plantas, dos semanas antes de la recolección en cultivo estival y otoñal de espinacas, se induce un mayor

enderezamiento de los peciolos y repercute en la obtención de un rendimiento productivo más elevado. En cultivo invernal, para la recolección en primavera, según estos autores, la aplicación de dicho ácido no induce a demasiadas diferencias productivas respecto al testigo, y los peciolos presentan un excesivo alargamiento, lo que les da un aspecto comercial inadecuado.

Cuando las semillas de espinaca se someten a bajas temperaturas se adelanta la aparición de escapos florales (Rappaport y Sachs, 1976), y se puede incluso reducir las necesidades de luz de 14 a 8 horas (INVUFLEC, 1970).

La temperatura puede tener además, un cierto efecto sobre los contenidos de diversos compuestos en las hojas de espinaca. Así, Kitchen y col. (1964. En INVUFLEC, 1970) constataron que a temperaturas relativamente altas, la cantidad de ácido oxálico en hojas no era elevada, por lo que la espinaca de primavera produce mayor cantidad de ácido oxálico sobre materia seca, 11,1%, que la espinaca de otoño, en la que porcentaje fue del 8,3%.

Después de haber germinado, la espinaca de primavera exhibe un desarrollo muy lento debido a las bajas temperaturas reinantes en el medio ambiente. A medida que aumentan las horas de sol y la temperatura, el metabolismo de la planta se torna más intenso y como el ácido oxálico es un subproducto metabólico del vegetal, las condiciones previas necesarias para la formación de este ácido, son más favorables al finalizar la primavera que cuando

se cultiva en otoño, en que la espinaca se ve forzada a "desarrollarse en los días cortos" (Schupman, 1968; Gorini, 1970).

2.1.4.- CULTIVO DE LAS ESPINACAS

El cultivo de las espinacas presenta unas exigencias condicionadas por distintos factores como son: clima y suelo; aunque también tiene gran interés el tipo de fertilización a que se someten.

2.1.4.1.- Clima

La temperatura óptima para el desarrollo de esta especie está entre 15° y 18°C, aunque existen algunas variedades especialmente resistentes hasta -7°C (Gorini, 1970; Maroto, 1989).

2.1.4.2.- Suelo

La espinaca se adapta bien a los terrenos fértiles, profundos, ricos en materia orgánica y nitrógeno, y a aquéllos sin problemas de estancamiento de agua, es decir, bien drenados. Es una planta resistente a la salinidad y se sabe que no se desarrolla bien en suelos con valores de Ph inferiores a 6.

Los suelos excesivamente alcalinos pueden provocar en el vegetal alteraciones como la clorosis férrica y los terrenos muy ácidos le originan un cierto enrojecimiento peciolar. El pH óptimo es 6,5/6,7 (Maroto, 1989).

La espinaca deja el terreno en excelentes condiciones físicas, a consecuencia de los frecuentes cuidados a que se somete durante su cultivo (Gorini, 1970; Fersini, 1976).

2.1.4.3.- Fertilización

La fertilización debe aplicarse de forma racional, puesto que influye en la producción y calidad del producto y entre otras circunstancias, en el contenido de nitratos (Gorini, 1970; Olday y col., 1976).

La fórmula de fertilización recomendada para el cultivo de espinacas en suelos de tipo medio según Chaux (1972) es la siguiente:

- 70 a 100 Unidades de Fertilización (UF) de N.
- 40 a 60 UF de P_2O_5 .
- 100 a 150 UF de K_2O .

Los abonos se distribuyen de forma que el fósforo y el potasio se aplican durante la preparación del terreno, mientras que el nitrógeno se adiciona en un 30% antes de la siembra y si se hace en cobertura, se hará cuando las hojas no estén húmedas y en aportes sucesivos.

Se ha estudiado en numerosas ocasiones la influencia del abono nitrogenado químico y orgánico en el contenido de nitrato en las hojas; ya en 1965 Schupman vio que un incremento en la fertilización nitrogenada de 80 a 300 UF, aumentaba la proporción de estas sales hasta 790 ppm, con la consecuente repercusión que ello podría suponer en el contenido de nitritos (Maroto, 1989).

Por su parte, Bradley en 1975, comprobó que la fertilización nitrogenada influía en la productividad en función con la época del año en que se desarrollara el cultivo de espinacas; así, en primavera se apreciaba una respuesta más positiva con altos niveles de nitrógeno, que en invierno.

En estudios realizados en Alemania se ha visto que la fertilización nítrica puede incrementar el contenido en ácido oxálico de las espinacas, aunque algunos elementos minerales como el fósforo y el potasio reducen la cantidad de este ácido en las hojas. Por otro lado, dicho potasio contribuye a una mejor calidad de la hortaliza, pues le proporciona carnosidad y alarga la turgencia de las hojas durante la conservación (Gorini, 1970).

Existen nutrientes en el suelo, como puede ser el molibdeno, que están estrechamente relacionados con la absorción de nitrógeno por las espinacas. Numerosos autores estudian la esencialidad del molibdeno como nutriente (Stout, 1983; Cha-

tterjee y col., 1985), aunque fue en el año 1942, cuando se empezó a mostrar interés en agricultura por este elemento, al poder tratar ciertas alteraciones en la planta, producidas por la deficiencia de molibdeno en el suelo, ya fuera por su escasez o por encontrarse en formas no disponibles para los vegetales, mediante la aplicación de este elemento junto con fertilizantes (Saüchelli, 1969; Stout, 1983; Clark, 1984).

La importancia del molibdeno como micronutriente esencial para los vegetales radica en, que por formar parte de los enzimas nitrogenasa y nitrato-reductasa, presenta funciones relacionadas con la fijación del nitrógeno atmosférico y con la asimilación de nitrato, respectivamente (Gupta y Lipsset, 1981; Price y col., 1983).

La planta toma el molibdeno del suelo y dicho elemento se concentra en el vegetal de forma variable en función del órgano y de la especie; en general, la concentración de molibdeno en las hojas y tallos disminuye al aumentar la edad de la planta (Dhillon y col., 1983; Martín y Saco, 1989a; Gupta, 1991).

2.1.5.- CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPINACAS

2.1.5.1.- Composición

Desde el punto de vista de la alimentación la especie *Spinacia oleracea* L., presenta los siguientes valores de diferentes componentes por 100 g de alimento según Souci y col., en 1986 (cuadro n°1).

Cuadro n°1. Composición de la espinaca según Souci y col. (1986)

<u>Constituyentes</u>	<u>Unidad</u>	<u>Media</u>	<u>Variación</u>
Agua	g	91,60	89,00- 93,70
Minerales	g	1,51	1,26- 1,87
Sodio	mg	65,00	40,00- 86,00
Potasio	mg	633,00	470,00-742,00
Magnesio	mg	58,00	39,00- 88,00
Calcio	mg	126,00	80,00-190,00
Manganeso	mg	0,76	0,25- 1,09
Hierro	mg	4,10	2,80- 6,60
Cobalto	µg	1,90	0,50- 4,60
Cobre	mg	0,12	0,07- 0,20
Cinc	mg	0,50	0,22- 0,79
Níquel	µg	23,00	(-) (-)
Cromo	µg	5,00	(-) (-)
Molibdeno	µg	(-)	0,03- 0,08
Fósforo	mg	55,00	37,00- 70,00
Nitratos	mg	166,00	2,00-670,00
Vitamina C	mg	52,00	15,00-120,00

Por otra parte, los mismos autores indican algunos componentes de las espinacas cocidas expresados por 100 g de alimento (cuadro n°2).

Cuadro n°2. Composición de la espinaca cocida según Souci y col. (1986)

<u>Constituyentes</u>	<u>Unidad</u>	<u>Media</u>
Agua	g	92,90
Minerales	g	1,10
Sodio	mg	46,00
Calcio	mg	126,00
Hierro	mg	2,90
Fósforo	mg	41,00
Vitamina C	mg	29,00

Otros datos sobre la composición de alimentos son los recogidos por Diem y Lentner (1975) que establecen la siguiente composición de las espinacas frescas y congeladas, donde los valores de los diferentes componentes se expresan por 100 g de alimento (cuadro n°3).

Cuadro n°3. Composición de la espinaca según Diem y Lentner (1975)

<u>Constituyentes</u>	<u>Frescas</u>	<u>Congeladas</u>	<u>Unidad</u>
agua	90,70	91,30	g
Na	62,00	53,00	mg
K	662,00	385,00	mg
Mg	62,00	-	-
Ca	106,00	105,00	mg
Mn	0,82	-	-
Fe	3,10	2,50	mg
Cu	0,20	-	-
P	51,00	45,00	mg
S	27,00	-	-
Cl	65,00	-	-
Vitamina C	51,00	35,00	mg

Zacharias y Dürr (1989), dan las cifras correspondientes a la alteración del peso durante la preparación y cocción de las espinacas:

- Fracción no comestible: 26%
- Pérdida al cocer: 12%

2.1.5.2.- Calidad nutritiva de las espinacas

La composición en nutrientes de los alimentos se puede describir englobándolos en varios grupos de compuestos como proteínas, aminoácidos, grasas, ácidos grasos, carbohidratos, vitaminas, sales minerales y agua. Cada uno de éstos juega un papel diferente en el mantenimiento de la salud corporal (Fisher y Bender, 1972).

Según Souci y col. (1986), el valor energético expresado en Kcal procedente de 100 g de espinaca, debido a las proteínas es de 9,5; a las grasas, de 2,8 y a los carbohidratos, de 2,2.

La composición en nutrientes puede ser diferente en las distintas variedades. La variabilidad tiene diversas causas como son genéticas, grado de madurez, condiciones del suelo, fertilizantes, factores estacionales, pluviometría y situación geográfica y topográfica de la región (Harris y Karmas, 1975; Holdsworth, 1988).

Es preciso conocer la estabilidad de los nutrientes bajo diversas condiciones. La mayoría de las investigaciones se han realizado sobre las vitaminas y aminoácidos esenciales, aunque también se conocen algunos datos sobre las sales minerales (Belitz y Grosch, 1988).

Mientras que existe una pérdida rápida de ácido ascórbico y de carotenos, si no se toman precauciones en la recogida y el procesado de las hortalizas frondosas, se sabe que los elementos metálicos en general, son bastante estables; aunque hay que destacar que la proporción de algunos elementos minerales, como la de calcio y la de hierro, no se ven afectadas por las condiciones de manipulación de los alimentos (Navas y col., 1984; Blanco y col., 1991).

El método más efectivo para prolongar la vida útil de los productos hortícolas y por tanto, de minimizar las pérdidas de nutrientes, consiste en manipular y transportar los vegetales a baja temperatura (Holdsworth, 1988), aunque por otro lado, según los trabajos realizados por Carrascosa y col. (1989), la congelación y posterior conservación de las espinacas puede causar pérdidas de elementos traza, como lo demuestran las investigaciones desarrolladas por Blumenthal y col. en 1988, quienes señalan que las espinacas congeladas son uno de los vegetales que presentan una reducción en sales minerales más acusada, en relación a las frescas.

2.1.6.- PROCESADO INDUSTRIAL DE LAS ESPINACAS. CONTROL DE CALIDAD

2.1.6.1.- Etapas previas al proceso industrial

2.1.6.1.1.- Producción de semillas

Para la obtención de semillas es preferible destinar a este fin cultivos especiales, en vez de cultivos ordinarios.

Así, para conseguir buenos resultados, en la producción de dichas semillas, las parcelas deben distar entre sí al menos 1 Km, y 1,5 Km si se trata de obtener variedades híbridas. La siembra suele hacerse en otoño.

La fecundación se realiza con el viento, por lo que es preciso que se encuentren plantas de otra variedad a casi 1.500 metros de distancia. Una vez fecundadas se agostan las masculinas, pudiéndose extirpar para dar mayor espacio a las femeninas, productoras de semillas.

Una vez que las hojas y los tallos de la planta femenina hayan amarilleado y los granos presenten un color marrón claro, se cortan, se dejan secar a la sombra, se trillan y se realiza la recolección de las semillas (Maroto, 1989).

Según Gorini (1970), en la búsqueda de nuevas variedades cultivables de espinacas, con el fin de obtener mejores producciones que respondan a las exigencias actuales del mercado de la industria conservera, se persiguen los siguientes objetivos:

- Mantenimiento en estado de hojas en roseta el mayor tiempo posible.
- Porte de planta erguido y compacto.
- Mayores rendimientos.
- Tipo de hojas adecuadas para cada destino.
- Resistencia al amarilleamiento y magulladuras.
- Defensa ante las enfermedades.
- Resistencia al frío.

2.1.6.1.2.- Preparación del terreno

En primer lugar se realiza una labor profunda y posteriormente, las necesarias en superficie para dejar mullido el terreno. Cabe destacar que no le convienen como cultivos precedentes ni la remolacha de mesa ni la acelga (Maroto, 1989), pero sí le favorecen otros como los cereales, el trébol rojo y la colza (Gorini, 1970).

2.1.6.1.3.- Siembra

La siembra se efectúa a finales de verano (agosto-septiembre), para conseguir producciones en otoño-invierno, y a finales del invierno, para obtenerlas en primavera. En áreas geográficas con inviernos templados, la mejor época es entre octubre y febrero.

En el cultivo de espinacas destinadas a la industria, la siembra se efectúa en líneas separadas entre sí de 17 a 20 cm, y densidades de plantación de 150 a 180 plantas/m². Según Jourdan (1984), las plantaciones más densas se reservan a las explotaciones que vayan a dirigirse hacia la congelación.

Una vez realizado el aclareo, las plantas suelen separarse entre sí, en cada línea, entre 5 y 15 cm, según el cultivo sea efectuado extensiva o intensivamente (industria o consumo directo) (Maroto, 1989).

Existen distintos autores que relacionan la influencia del marco de plantación con el rendimiento de un cultivo de espinacas recolectadas de una sola vez; así, se ha observado que la distancia entre líneas tenía una incidencia mayor en los rendimientos que la separación entre plantas dentro de una misma línea. Se ha visto que el rendimiento era significativamente más alto, cuando el marco era de 12,7 cm en relación a una separación entre líneas de 19 a 25 cm, y más aún cuando se utilizaban, solapadamente con este marco más estrecho, las dosis de fertilizantes nitrogenados más altas de la experiencia (134 Kg/ha) (Bradley, 1975).

2.1.6.1.4.- Labores de cultivo

Según Gorini (1970) y Maroto (1989), las labores fundamentales en el cultivo de espinacas son:

- "Aclareos": se suelen realizar cuando la planta presenta 4 ó 5 hojas. En cultivo intensivo para la industria suelen hacerse dos aclareos.
- "Cavas y binas": es decir, se levanta y remueve la tierra o se ara por encima y así, se beneficia el cultivo, se evitan las malas hierbas y se consiguen terrenos huecos y aireados.
- "Escarda química": al igual que en la labor anterior, evita la competencia de malas hierbas, al matarlas con diferentes herbicidas.
- "Riegos": las espinacas se adaptan muy bien al riego por aspersión. Es importante un plan de riegos que permita un nivel de humedad lo más uniforme posible, por lo que debe realizarse con regularidad.

2.1.6.1.5.- Recolección

Según distintos autores (Gorini, 1970; INVUFLEC, 1970; Maroto, 1989), la recolección se realiza aproximadamente a los 40 a 50 días tras la siembra. No se puede hacer después de la lluvia o en presencia de rocío pues las hojas son muy frágiles. Existen dos formas de recolectar:

- "Recolección manual": se pueden realizar de 5 a 6 cortes, partiendo el peciolo lo más bajo posible; o una sola vez,

cortando la planta entera por debajo de la roseta de hojas a 1 cm bajo tierra.

- "Recolección mecanizada": supone un menor costo en comparación con la manual. Se utilizan unas segadoras que cortan las plantas a 2 ó 3 cm del suelo. Estas máquinas están dotadas de una cinta transportadora que traslada las hojas cortadas a un contenedor. Este tipo de recolección se utiliza en el cultivo de espinacas para la industria.

2.1.6.1.6.- Conservación durante el transporte hacia el destino comercial

Una vez que ha tenido lugar la recolección, es preciso que se adopten una serie de medidas para impedir que se deterioren los productos, ya que son propensos a la marchitez.

La conservación puede definirse según Holdsworth (1988), como todo método de tratamiento de los alimentos que prolonga su duración, de forma que mantengan en grado aceptable su calidad, incluyendo color, textura y aroma.

El objetivo de la conservación consiste en adquirir el alimento cuando presente el valor nutritivo más alto y mantenerlo en este estado, con el fin de no permitir que experimente los cambios naturales que lo hagan inservible para el consumo humano. El éxito de la conservación depende, en gran parte, de

la calidad inicial de los productos (Muñoz-Delgado, 1985; López-Andreu y col., 1988; Southgate, 1992).

La alteración, como posible resultado de una mala conservación, afecta a los caracteres externos (calidad comercial), así como a los constituyentes propios.

Además, hay que considerar las alteraciones que modifican el valor nutritivo y comercial del producto y que pueden ser debidas al transporte, conservación y almacenamiento en malas condiciones; para evitar estos cambios es preciso conseguir la temperatura de 0,5° a 0°C y la humedad atmosférica del 90 a 95% durante 2 a 6 semanas, lo que está ajustado a las condiciones óptimas para mantener una elevada estabilidad y un máximo grado del valor nutritivo (Schupman, 1968; Gorini, 1970; Maroto, 1989; Moreno, 1991).

Una vez recolectadas las espinacas, se transportarán conservándolas en diferentes medios en función de su destino comercial.

La comercialización en fresco puede hacerse de las hojas o de las plantas enteras, dentro de cajas que contienen como máximo 10 Kg. Para evitar el deterioro se transportan en régimen frigorífico, o al menos con algún sistema refrigerante, como hielo troceado, debido a su activa respiración y su alto contenido en agua.

La conservación frigorífica entre 0° y -1°C y con un 90 a 95% de humedad relativa, así como con una activa circulación del aire, permite un almacenamiento entre dos y cuatro semanas, pasadas las cuales las hojas se marchitan y entran en putrefacción (Gorini, 1970; Aworh y col., 1978).

La duración del producto en almacenamiento puede ser hasta de 40 días según André y col. (1980), si la prerrefrigeración se lleva a cabo al vacío y la conservación frigorífica cuando están envasadas en bolsas de polietileno.

Las espinacas destinadas a la industria deben transportarse lo más rápidamente posible según lo indicado y sin lavar las hojas, pues en el proceso industrial ya se incluyen lavados previos (Gorini, 1970; Maroto, 1989).

2.1.6.2.- Tratamientos industriales de las espinacas

Los distintos tratamientos a que se someten los alimentos vegetales, tienen una doble finalidad, evitar las alteraciones que a su vez causan diferentes trastornos y modificar en algunos casos las características del alimento con el fin de hacerlo más aprovechable por el organismo humano.

Estudios realizados sobre cambios que determinan la alteración de los alimentos, han demostrado que se deben en gran parte a la acción de los enzimas y a la multiplicación de los microorganismos contenidos en el propio alimento (García y

Hernández, 1989). Por ello, es preciso conocer y controlar estos factores de alteración que fundamentalmente son:

- **"Alteraciones enzimáticas"**: los enzimas son moléculas complejas que pueden causar alteraciones en los alimentos vegetales; son proteínas globulares que aparecen en todos los organismos vivos y tejidos, y cuya función consiste en promover y controlar determinados procesos metabólicos que mantienen la vida del vegetal.

La mayor parte de los enzimas asociados a la alteración de frutas y hortalizas son lipoxigenasas, clorofilasas, catalasas y peroxidases; a excepción de estas últimas, no suelen ser resistentes al calor (Cano y Fúster, 1988; Philippon, 1992).

Las modificaciones provocadas en las hortalizas, por la acción de estos enzimas, se manifiestan con reacciones químicas y cambios en los caracteres organolépticos.

Es necesario inactivar los enzimas en la mayoría de los procesos de conservación, para así mantener la calidad de los alimentos. Se sabe que son destruidos por el calor intenso, mientras que el calor moderado puede aumentar su actividad.

Las bajas temperaturas (-40°C y -70°C) inhiben su acción sólo temporalmente, ya que al aumentarlas de nuevo pueden volver a actuar. Así, en los congeladores caseros

que alcanzan -18°C , se consigue inactivar la mayoría de los enzimas. Con el proceso de escaldado se reduce al mínimo la actividad de dichos enzimas, por ello, un fallo en dicha inactivación acorta a menudo la vida útil de los productos durante el almacenamiento; su renovada actividad que puede aparecer tras un tiempo de almacenamiento en congelación se atribuye a una regeneración de estos enzimas (Holdsworth, 1988; Southgate, 1992).

Por otro lado, los productos hortícolas durante su procesado, pueden sufrir algunas erosiones y cortes superficiales, por lo que al estar expuestos al aire se originan alteraciones del tipo de los pardeamientos (Resende y col., 1969; Kozlowski. En: Anónimo, 1977; Holdsworth, 1988; Southgate, 1992).

• **"Alteraciones mibrobianas"**: los microorganismos son organismos vivos, capaces de crecer y multiplicarse bajo condiciones apropiadas, las cuales pueden cumplirse en distintas clases de alimentos almacenados. Así, si se permite su multiplicación pueden alterar el alimento. Entre los que producen dichas alteraciones están las bacterias, levaduras y mohos.

Muchas levaduras y bacterias producen esporas que son resistentes a la esterilización y a los desinfectantes. Los mohos pueden producir micotoxinas sobre los alimentos, algunas de las cuales resisten las condiciones ordinarias de cocción y procesado. Las bacterias también pueden

producir toxinas, aunque la mayoría no son muy termorresistentes.

Una vez que se conocen las principales causas de alteración de los alimentos, es preciso controlarlas y tenerlas presentes durante el proceso industrial.

El procesado que van a sufrir las espinacas tras la cosecha, consta de las siguientes operaciones:

- a) Lavado.
 - b) Inspección, selección y clasificación.
 - c) Escaldado.
 - d) Enfriamiento.
 - e) Escurrido.
 - f) Tratamiento por frío.
 - g) Envasado.
 - h) Almacenamiento y distribución del producto congelado.
- Cadena del frío.
- i) Caracteres estándares usuales de la calidad para la espinaca.

2.1.6.2.1.- Lavado

Esta operación tiene como objetivo eliminar tierra, bacterias superficiales, mohos y otros contaminantes.

Las hortalizas, en general, se lavan en túneles cilíndricos rotatorios contruidos con placas metálicas delgadas, barras o

mallas metálicas. Los chorros de agua limpian la suciedad del producto y éste es arrastrado a lo largo del eje de rotación que ordinariamente está algo inclinado (Holdsworth, 1988; Anónimo, 1990).

2.1.6.2.2.- Inspección, selección y clasificación

Todos los productos requieren una inspección durante el procesado. Hay que destacar la importancia de esta etapa, no sólo desde el punto de vista de la calidad del producto, sino también para evitar el paso de objetos extraños. Toda línea de inspección debe tener separadores magnéticos para eliminar objetos metálicos.

Las espinacas exigen equipos adecuados para su limpieza y posterior selección (Holdsworth, 1988; Anónimo, 1990).

2.1.6.2.3.- Escaldado

El escaldado es el tratamiento térmico previo a los procedimientos de conservación por calor, congelación, deshidratación o liofilización al que se someten las hortalizas (Morell, 1991), ejerciendo una gran influencia sobre la calidad y estabilidad del vegetal durante la conservación; por lo que se le considera como una de las fases más importantes del procesado industrial (Cano y Fúster, 1988; Morell, 1991; Mafart, 1993).

Los principales objetivos del escaldado dependen del método de conservación a emplear y en general, son los siguientes según distintos autores (Canet, 1986; Cano y Fúster, 1988; Morell, 1991; Philippon, 1992; Mafart, 1993):

- Extraer los gases ocluidos en los tejidos, en particular el oxígeno y otros productos volátiles formados durante el intervalo entre la recolección y el procesado.
- Modificar la consistencia y dar flexibilidad al producto para facilitar el envasado.
- Inactivar enzimas, desnaturalizándolos, para evitar alteraciones organolépticas, de textura y nutricionales durante la conservación.
- Reducir el número de microorganismos, al destruir formas vegetativas de los existentes en la superficie del producto, lo que completa la acción del lavado.
- Limpiar y eliminar olores, sabores extraños y restos de plaguicidas.

Sin embargo, según dichos autores, el escaldado presenta una serie de desventajas como son:

- Disminución de la turgescencia de los tejidos.
- Pérdida de algunos nutrientes y pigmentos por lixiviación.

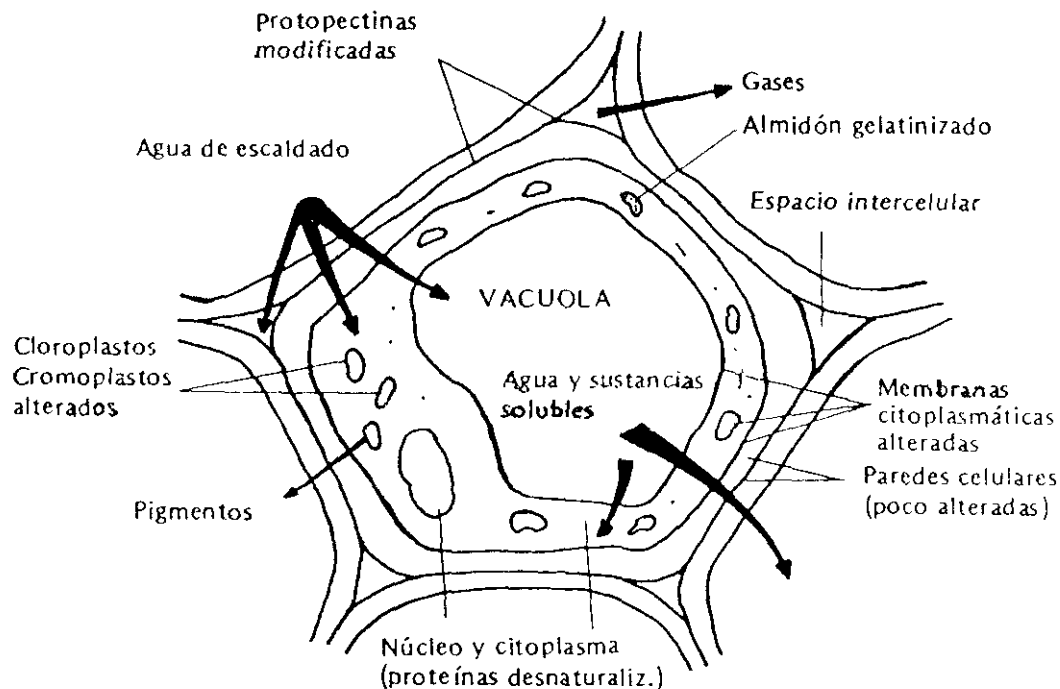
- Aparición de ciertas alteraciones químicas y estructurales, si el proceso se prolonga demasiado.
- Producción de efluentes con un alto potencial de acción contaminante y un elevado consumo de energía.

Por su parte, Ulrich (1983) y Katsaboxakis (1984), exponen otros efectos adversos de esta operación como son la modificación permanente de la estructura vegetal, la solubilización y destrucción de nutrientes y vitaminas en el medio de escaldado y las modificaciones del color debido a la transformación de clorofilas en feofitinas, que son tanto más intensos cuanto más largo es el proceso y más elevada es la temperatura.

Según Katsaboxakis (1984), los principales efectos del escaldado sobre la célula vegetal se representan a continuación en la figura nº1.

La operación de escaldado consiste en someter al producto a un calentamiento, generalmente, por inmersión en agua a una temperatura de 85° a 100°C o por tratamiento con vapor de agua a 100°C, durante un tiempo breve. Las condiciones de tratamiento (tiempo y temperatura), están en relación con el proceso de conservación a emplear y con las características del producto como madurez, textura, tamaño, especie y variedad (Canet, 1986; Morell, 1991; Philippon, 1992).

Figura n°1. Efectos del escaldado sobre la célula vegetal



Para algunas hortalizas, como las espinacas se recomiendan temperaturas inferiores (unos 70°C) con el fin de conservar mejor el color, aunque la eliminación del aire de los tejidos sea incompleta (Morell, 1991). Otros autores indican que el escaldado de hojas de espinacas con agua a 95°C, precisa un tiempo de 2 minutos para asegurarse de que durante la conservación y almacenamiento no habrá desarrollo de sabores extraños (Holdsworth, 1988).

Algunos enzimas como las oxidasas, peroxidasas, catalasas y lipoxigenasas son capaces de producir reacciones que alteren la calidad del producto pero son destruidas por el calor durante el escaldado. Para verificar la eficacia de esta operación, se

controla la actividad de la peroxidasa y catalasa dada su mayor termorresistencia (Sapers y Nickerson, 1962; Philippon, 1992).

Dichas reacciones provocadas por los enzimas y responsables de la alteración de los productos congelados, disminuyen en gran medida a la temperatura de -18°C , aunque no quedan bloqueadas por completo. Para conseguir la inactivación de dichos enzimas, es preciso congelar a -40°C en envases completamente impermeables al oxígeno y al vapor de agua, lo que es difícil si se tienen en cuenta criterios económicos (Holdsworth, 1988; Philippon, 1992).

Por otro lado, según Steinbuch (1984), un escaldado muy corto (choque térmico) de guisantes y judías verdes, entre 10 y 15 segundos permite obtener resultados satisfactorios en cuanto al color y sabor de los productos tras un año de conservación a -18°C , aunque hay una regeneración del enzima fenoloxidasa e incluso de la catalasa y lipoxigenasa.

Los enzimas recuperan una parte de su actividad con el tiempo, sobre todo en el caso de escaldados a muy alta temperatura y corto tiempo (condiciones que producen deterioro en la calidad), incluso después de varios meses a -20°C (Canet, 1986). Estudios realizados por Adams (1978,1983), en diversas hortalizas (guisante y judía verde) muestran la variación del sabor y la actividad peroxidásica, en función de la duración del escaldado, después de 9 y 12 meses a -20°C , de forma que a medida que aumenta el tiempo de escaldado, la regeneración enzimática disminuye hasta hacerse nula, por lo que se mejora la

respuesta obtenida respecto al sabor cuando se llevó a cabo un análisis efectuado por un panel de catadores. Esta regeneración enzimática no llega a producirse en el caso de incrementar la duración del escaldado, incluso si se realiza a temperaturas más bajas.

En los últimos años, los científicos y tecnólogos han dedicado grandes esfuerzos a resolver los aspectos negativos que presenta la operación de escaldado; así, se ha estudiado la posibilidad de sustituir este proceso por tratamientos químicos que ejerzan una acción selectiva sobre los sistemas enzimáticos (principal objetivo del escaldado), o que minimicen sus efectos negativos sobre la calidad del vegetal (Philippon, 1984; Cano y Fúster, 1988; Mafart, 1993). Por ello, también se adicionan sales, como cloruros y sulfatos sódicos o potásicos, que sin modificar el pH del agua de escaldado, mejoran la textura de algunas hortalizas (coles de Bruselas, guisantes y judías verdes), o cloruros o citratos cálcicos que mejoran la firmeza de la coliflor y la patata (Canet, 1986).

Hay que diferenciar varios tipos de escaldado según distintos autores (Philippon, 1984; Mafart, 1993):

2.1.6.2.3.1.- Escaldado manual

Para efectuar un escaldado adecuado es preciso tener en cuenta que el agua usada para escaldar deberá estar sometida a una ebullición intensa cuando se introduce el vegetal, volviendo

a hervir con rapidez; el tiempo de escaldado será medido de forma exacta, cronometrado desde el momento en que el agua vuelve a hervir después de introducir el alimento.

Previamente al envasado, cada partida de producto escaldado será introducida inmediatamente en agua procedente de la fusión del hielo. Cuando el alimento se haya enfriado, proceso que suele ser rápido, aproximadamente el tiempo que se tarda en escaldar, se escurre totalmente en un colador, o en el propio cestillo usado para escaldarlo.

En este proceso se precisa de una cacerola grande, con un cestillo adaptado a ella, así como un cuenco o recipiente de plástico para el enfriamiento (Holdsworth, 1988; Donath, 1992).

2.1.6.2.3.2.- Escaldado industrial

Los escaldadores que se usan en la industria pueden ser de distintos tipos:

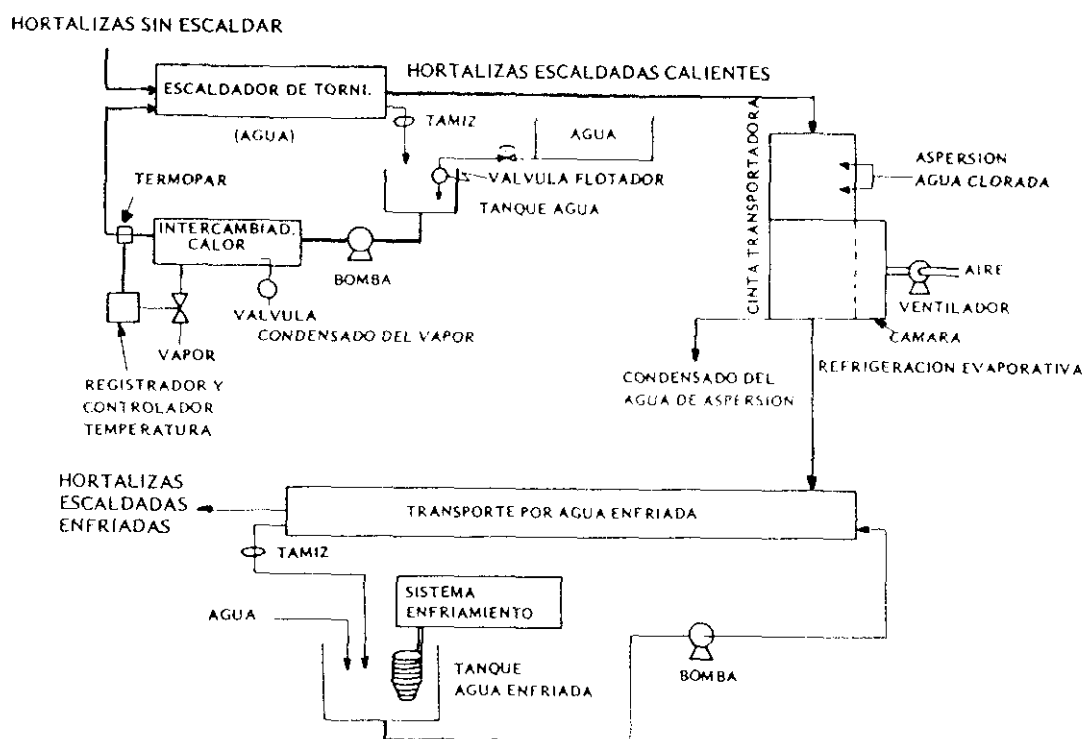
- **Helicoidal o sin fin:** consiste en un tanque con un serpentín calentado por vapor y un tornillo sin fin que realiza el transporte del producto.

Los escaldadores llevan montados los controles necesarios de tiempo y temperatura, y todas las partes en contacto con el producto deben ser de acero inoxidable (Canet, 1986; Morell, 1991).

- Escaldador con agua modificado por Swartz y Carroad (1981): consiste en que el agua caliente y el producto circulan a través de un escaldador tradicional. A la salida del escaldador se separa el producto, y el agua pasa a un tanque en el que se compensan las pérdidas. El agua se calienta y recircula por bombeo y se le hace pasar por un cambiador de calor (Canet, 1986; Morell, 1991; Mafart, 1993).

La línea de escaldado de hortalizas según el sistema de escaldado por agua, con sistema de recirculación de agua (Swartz y Carroad, 1981) se refleja en la figura nº2.

Figura nº2. Línea de escaldado de hortalizas según Swartz y Carroaz (1981)



- **Escaldador-enfriador desarrollado por Cabinplant Internacional (1985):** consiste en un escaldador-enfriador continuo, diseñado para vegetales y estudiado para reducir el consumo de energía. Consta de tres zonas: de precalentamiento, de escaldado y de enfriado. El producto atraviesa las tres zonas por medio de una cinta transportadora de malla. El escaldado se realiza con agua caliente que se aplica sobre el producto por aspersión con duchas; el exceso de agua se recoge en un tanque que recircula a través de un cambiador de calor que mantiene la temperatura de escaldado.

El enfriamiento del producto se efectúa con duchas de agua fría, que se recoge en un tanque y se bombea hasta la sección de alimentación para precalentar el producto, aprovechando el calor absorbido en el enfriado (Morell, 1991).

- **Escaldador con vapor:** se emplea en las industrias de congelación y deshidratados. El producto se coloca en un transportador de malla metálica que atraviesa una cámara de vapor cerrada, la cual se mantiene a una temperatura determinada.

Presenta las ventajas de reducir las pérdidas de componentes solubles, ya que la lixiviación es menor que en el escaldado con agua, y la de disminuir la contaminación de las aguas residuales (Steinbuch, 1983; Canet, 1986; Morell, 1991).

- **Escaldador vibratorio a vapor:** consiste en un transportador helicoidal vibratorio, montado en posición vertical dentro de una cámara cilíndrica vertical. Consta de una sección de calentamiento y otra de mantenimiento, calentadas ambas mediante el vapor que circula y fluye por los orificios del eje de la hélice.

El vapor que se condensa en estas secciones se recicla con una bomba e inyecta en forma de lluvia en la sección de enfriamiento, junto con un flujo continuo de aire frío.

Este sistema de escaldado de vegetales está diseñado por el Western Regional Research Laboratory y presenta ventajas frente a los clásicos modelos, ya que hay una disminución de consumo de energía calórica, de agua y reducción de residuos (Brown y col., 1974; Bomben, 1976; Steinbuch, 1983; Morell, 1991).

- **Escaldado rápido individual:** Lazar y col. (1971), del Western Regional Laboratory, del Departamento de Agricultura de EE.UU. ponen a punto este método que consiste en colocar el producto troceado, en una sola capa, sobre un transportador de malla de acero inoxidable, que atraviesa una cámara de vapor. Aquí, cada uno de los trozos recibe la acción directa del vapor, originándose un calentamiento rápido del mismo.

Tras este tratamiento, el producto se descarga sobre otro transportador más lento, de forma que queda colocado en varias capas. Se hace pasar a través de una cámara aislada térmicamente, donde el calor absorbido en la capa externa de cada trozo del producto pasa al interior del mismo, hasta alcanzar el equilibrio térmico en toda la masa.

Para obtener los efectos deseados y evitar la sobrecoCCIÓN externa del producto, se determinan los tiempos de exposición al vapor y del mantenimiento en la cámara (Morell, 1991).

Con este sistema se reducen las pérdidas de jugos celulares y, por tanto, la demanda biológica de oxígeno de las aguas residuales, así como el volumen de éstas. Además, se mejoran las propiedades nutritivas y los caracteres organolépticos del vegetal (Canet, 1986; Morell, 1991).

2.1.6.2.4.- Enfriamiento

Tras realizar la operación de escaldado, inmediatamente se debe efectuar un enfriamiento rápido a la salida del escaldador. Se puede usar vapor o agua bacteriológicamente pura y así, prevenir contaminaciones no deseadas en la congelación posterior; pero con el fin de economizar, se usa generalmente aire frío. Estos métodos se van a seleccionar en función del producto (Holdsworth, 1988; Mafart, 1993).

Las ventajas que presenta esta etapa según algunos autores (Morell, 1991; Philippon, 1992), son:

- Permitir un mejor control de la duración del escalado al detener la acción del calor.
- Contribuir además, a limitar la proliferación de microorganismos termófilos entre otros, ya que la muerte del órgano vegetal le hace más vulnerable a éstos.
- Se consigue un ahorro de energía en el propio proceso de congelación.

Esta etapa puede aplicarse por diversos sistemas:

2.1.6.2.4.1.- Por aire o por pulverización de finas gotas de agua fría

Se reducen las pérdidas por lavado de sustancias solubles y disminuye la polución de las aguas, pero causan una elevada pérdida de peso del producto que los hace no competitivos en comparación con los sistemas normales de enfriamiento convencional, mediante corriente de agua (Canet, 1986).

2.1.6.2.4.2.- Por corriente de agua

Es el proceso más utilizado en la actualidad, y sirve al mismo tiempo, para transportar el producto hacia las siguientes etapas de elaboración. No se produce pérdida de peso, pero el proceso exige un elevado volumen de agua y provoca una lixiviación de elementos solubles presentes en el producto.

Para solucionar estas desventajas se han experimentado, con éxito, otros métodos menos contaminantes, como el de reutilizar el agua de enfriamiento para el lavado de las hortalizas, o el de hacer circular el producto y el agua en contracorriente por lo que se reduce el volumen de la misma hasta una sexta parte de la habitualmente necesaria (910 L/Tm, en lugar de 5.500 L/Tm) (Philippon, 1992).

2.1.6.2.5.- Escurrido

Finalizado el proceso anterior, se elimina el agua en exceso del producto que posteriormente, se envasa o se congela directamente. Su gran vulnerabilidad exige proceder con gran rapidez y en las mejores condiciones higiénicas (Philippon, 1992).

2.1.6.2.6.- Tratamiento por frío

Existen tres grupos de microorganismos que se reconocen de acuerdo con el rango específico de temperatura en el que se desarrollan: psicrófilos (condiciones de almacenamiento a temperaturas bajas), mesófilos (a temperaturas moderadas) y termófilos (cuando estas temperaturas son más altas) (Southgate, 1992).

La refrigeración reduce la velocidad del crecimiento bacteriano y con las temperaturas más bajas de un congelador casero las bacterias quedan virtualmente inactivas. Sin embargo, el frío no destruye a los microorganismos y tan pronto como el alimento adquiere una temperatura adecuada fuera del congelador, las bacterias comienzan a multiplicarse, por tratarse de un producto fresco y perecedero.

La mayoría de las bacterias, levaduras y hongos crecen entre 15° y 40°C y su multiplicación es rápida si las hortalizas no son conservadas poco después de su recolección. Por ello, las espinacas se conservan en frío, es decir, en refrigeración o en congelación, en función del destino comercial (Southgate, 1992).

Según Herrmann (1977), las bacterias dejan de multiplicarse desde -5° a -8°C, las levaduras desde -10° a -12°C y los mohos desde -12° a -18°C. Por lo que, en general, el efecto de las bajas temperaturas dependerá de los siguientes factores (Anónimo, 1989; Frías y col., 1990):

- Del microorganismo y su fase de crecimiento.
- De la temperatura de congelación y almacenamiento.
- Del tiempo de almacenamiento en congelación.
- De la composición del alimento: alto contenido en humedad, a_w y pH bajo, aceleran la destrucción.

2.1.6.2.6.1.- Refrigeración

A las temperaturas de refrigeración ($+2^{\circ}$ a $+7^{\circ}\text{C}$), los vegetales continúan con su actividad vital, aunque minimizada por un tiempo más o menos largo y los metabolismos celulares, simplemente se paralizan, por lo que tras periodos de almacenamiento muy prolongados, el producto sufre modificaciones bioquímicas que lo deterioran (De la Torre y col., 1983; Frías y col., 1990).

Los gérmenes responsables de alteraciones en alimentos refrigerados son psicrófilos facultativos.

Las alteraciones fisiológicas que sufren las hortalizas, pueden evitarse con unas condiciones adecuadas de almacenamiento, por consiguiente son varios los factores que contribuyen a la vida útil entendiéndose por ésta, el período de tiempo en el cual el producto mantiene su calidad antes de que la descomposición alcance un determinado grado, como resultado de la sobremadurez, deshidratación o putrefacción del vegetal (Holdsworth, 1988).

Los efectos de la temperatura son especialmente llamativos ya que la velocidad de las reacciones se reduce a la mitad por cada 10°C de descenso en la temperatura y viceversa, por lo que el almacenamiento a temperaturas más bajas reduce el nivel de respiración, así como la maduración del producto (Wills y col., 1984; Holdsworth, 1988).

Los principales tipos de sistemas de refrigeración, según indica Holdsworth (1988), son: los refrigeradores de aire forzado, los hidrorrefrigeradores, los refrigeradores a vacío y los de uso directo con aire, hielo u otros refrigerantes.

2.1.6.2.6.2.- Congelación

Históricamente, las hortalizas empezaron a congelarse a partir del año 1930 después de los trabajos de Birdseye (En: Frías y col., 1990) entre otros, en los que se relaciona la velocidad de la congelación con la calidad del producto una vez descongelado; a partir de entonces, se introdujo el concepto de "congelación rápida". Por su parte, Brennan y col., (1980), demostraron posteriormente, que no en todas las hortalizas la congelación rápida es conveniente, pues puede inducir tensiones en los tejidos de los alimentos congelados dando lugar a un resquebrajamiento (Frías y col., 1990).

La congelación es un método moderno de conservación y probablemente, uno de los más aplicados para los vegetales, ya que los alimentos retienen el color y sabor del producto fresco,

así como, un elevado porcentaje del valor nutritivo; para ello se deben seleccionar productos de calidad óptima (Edwards y Hall, 1988; Southgate, 1992) y será la textura el carácter organoléptico más afectado (Cano y Fúster, 1988).

La congelación consiste en la disminución de la temperatura del producto hasta alcanzar generalmente -18°C en su centro térmico, con la consiguiente cristalización de la mayor parte del agua de constitución y de algunos solutos (Cano y Fúster, 1988).

Según distintos autores (Brennan y col., 1980; Fúster y Préstamo, 1980; Canet y Espinosa, 1983; Zbigniew y Postolski, 1986; Anónimo, 1990), las diversas etapas que se suceden en la obtención de un producto congelado son:

- "Nucleación": es la formación, homogénea o heterogénea, de cristales de hielo, según que la cristalización tenga lugar por generación de núcleos de la misma solución, o resulte favorecida por la presencia de cristales de diversas sales insolubles, de partículas de polvo, etc., respectivamente. En los alimentos siempre se llega a un tipo de nucleación heterogénea (Cano y Fúster, 1988; Frías y col., 1990).

- "Crecimiento de los cristales": se debe a la emigración de las moléculas de agua hacia el centro y hacia los núcleos del producto y terminan agregándose a un núcleo ya existente. En los alimentos, la velocidad de crecimiento de

dichos cristales de hielo va a depender de la diferencia de temperatura entre el cristal y el medio que le rodea.

Existen sustancias en los alimentos (NaCl, sacarosa) que retardan el crecimiento de los cristales de hielo.

La dimensión de los cristales depende de la velocidad de crecimiento de los mismos, es decir, de la temperatura de congelación. Una congelación rápida produce cristales de tamaño pequeño y redondeados, y una congelación lenta da lugar a cristales como agujas.

Con una congelación lenta, la formación de hielo comienza en los espacios intercelulares y se produce una difusión del agua del interior de la célula al exterior, donde los cristales crecen progresivamente. Este crecimiento provoca una separación excesiva de las células y una plasmolisis del protoplasma celular. Cuando se trata de una congelación rápida se produce la nucleación de los cristales de hielo, tanto en el interior como en el exterior celular, dando lugar a una distribución de gran número de cristales pequeños. La utilización de velocidades de congelación suficientemente altas permite obtener hortalizas congeladas con una calidad textural óptima.

- "Recristalización": algunos cristales de hielo aumentan de tamaño durante el almacenamiento y lo hacen a expensas de cristales más pequeños que desaparecen.

Durante la congelación se producen modificaciones en los alimentos, que se pueden manifestar por un deterioro de la calidad, sobre todo de la textura, cambios químicos debidos a reacciones enzimáticas o no enzimáticas, asociados a la aparición de olores y sabores extraños, así como la degradación de pigmentos naturales, pardeamientos enzimático o por autooxidación del ácido ascórbico. Es preciso conocer la morfología del órgano vegetal que se va a conservar, para así poder estudiar mejor cómo se desarrolla dicho proceso.

De la planta de espinaca, el órgano comestible es la hoja. Morfológicamente, las hojas son órganos planos y extendidos de forma diferente. La capa epidérmica externa no es continua sino que aparece interrumpida por los estomas (poros que permiten intercambiar los gases de la respiración y el vapor de agua). En la parte posterior de las hojas se encuentran los cloroplastos, que son una estructura celular compleja que contiene clorofila en los plastidios y actúan como acumuladores de productos de reacciones metabólicas.

En el centro de la hoja está el parénquima que contiene espacios intercelulares que van a permitir el paso de los gases originados en las fases de fotosíntesis y de la respiración (Holdsworth, 1988). Por ello, la alteración del pH del tejido vegetal durante la congelación y conservación puede relacionarse con las velocidades en que se desarrollan estas reacciones y con

el deterioro de la calidad del producto (Fennema, 1976; Cano y Fúster, 1988); por esta razón se realiza el escaldado de los vegetales, por la gran influencia que ejerce sobre dicha calidad y estabilidad del alimento durante la congelación (Canet, 1986; Cano y Fúster, 1988; Philippon, 1992; Mafart, 1993).

Los procedimientos empleados para realizar la congelación son muy variados, así como los equipos utilizados para ello (Beteta, 1986). Los más comunes según algunos autores (Canet, 1986; Holdsworth, 1988; Frías y col., 1990), son:

- "Congelación por aire": se emplean túneles de congelación, o congeladores de lecho fluidizado o de congelación rápida individual (IQF = Individual Quick Freezing).
- "Congelación por contacto indirecto": como el congelador de placas, el cual se utiliza principalmente para congelar espinacas en hojas ya envasadas.
- "Congelación por contacto con un fluido refrigerante", entre los que destacan: las disoluciones de bajo punto de congelación (NaCl) y los líquidos criogénicos de puntos de ebullición muy bajos, que al evaporarse absorben el calor y por lo tanto proporcionan frío.

De cualquier modo, la calidad final de los productos congelados va a depender del cumplimiento de tres principios fundamentales:

- Conservar sólo productos de máxima calidad.
- Enfriar lo antes posible dichos productos.
- Mantener sin interrupción la cadena del frío.

2.1.6.2.7.- Envasado

El Código Alimentario Español, capítulo IV (BOE, 1975) define con el nombre de envoltentes a los materiales que en cualquier forma y circunstancia protegen a los alimentos, bebidas y materias primas, distinguiendo las siguientes clases:

- Envase: todo recipiente destinado a contener un alimento con la misión específica de protegerlo de su deterioro, contaminación o adulteración.
- Embalaje: el material utilizado para proteger el envase o el alimento de los daños físicos y agentes exteriores durante su almacenamiento y transporte.
- Envoltura: el material que protege al alimento, en un empaquetado permanente o en el momento de su venta al público.
- Cobertura: la cubierta que íntimamente unida al alimento, le protege y conserva.

Las espinacas congeladas comerciales se presentan en envases de una o de dos unidades. El material del que están formados suele ser fundamentalmente de cartón o de plástico.

El cartón es un material tradicional en la fabricación de determinados envases, ya que permite una buena presentación del producto, aunque por otra parte si no está reforzado con una capa de parafina o de plástico interior, es poco resistente a la humedad.

El plástico presenta una ventaja sobre el cartón, en relación con la humedad, ya que no se ve afectado; pero, sin embargo hay que destacar que protege en menor grado de golpes al producto (Dirección General de Comercio Interior, 1988. En: Holdsworth, 1988).

El material del que están formados los envases para productos congelados debe tener muy baja permeabilidad en relación con el vapor de agua. Entre los diferentes tipos de envases de cartón, cabe destacar:

- Cartón cuyo interior va aislado por celofán a prueba de humedad.
- Cartón parafinado con variedad de formas y tamaños.
- Cartón con películas de polietileno de baja densidad, de 38-50 μm de espesor con una gran impermeabilidad y perfecto comportamiento a bajas temperaturas.
- Cartón recubierto de cloruro de polivinilideno que se aplica fundido a alta temperatura, con la ventaja de presentar rigidez, además de permitir sellar los terminales del envase; la apertura se hace tirando de una banda perforada.

- Cartón con polipropileno, que presenta rigidez mayor que el tipo anterior, a la vez que puede ser decorado fácilmente con la descripción del producto y las instrucciones de uso, así como indicaciones con fines publicitarios (IRESCO, 1976; Wills y col., 1984; Holdsworth, 1988).

Se recomienda para los envases de frutas y hortalizas las dimensiones siguientes: 60x40 cm, 50x30 cm, y 40x30 cm; estas dimensiones son exteriores, y se admite una tolerancia de un centímetro de menos. La altura puede variar según el producto (Dirección General de Comercio Interior, 1988. En: Holdsworth, 1988).

2.1.6.2.8.- Almacenamiento y distribución del producto congelado. Cadena del frío

El almacenamiento consiste en retener los productos para ser distribuidos a los consumidores en un momento posterior al de producción. Dicho almacenamiento es necesario porque la producción tiene lugar en un corto período de tiempo, mientras que el consumo tiende a realizarse durante todo el año, principalmente cuando se trata de productos vegetales (Anónimo, 1990).

Hay que diferenciar los productos no perecederos de los que lo son, ya que estos últimos no se pueden almacenar si no se acompaña al alimento de un proceso de conservación. Dentro de este grupo se incluyen las hortalizas, frutas, carne y leche, entre otros (Wills y col., 1984).

Pero hay que destacar, que a pesar de la conservación, el almacenamiento está limitado a un período de tiempo (Caldentey, 1993). Por ello, en agosto de 1982, se publicó la primera Norma General de Etiquetado (En Maceda, 1991), que establecía un mandato general, para que todos los alimentos presenten su fecha de durabilidad. Esta norma se modificó en el año 1988 (En: Maceda, 1991), en la que se mantenía la distinción entre fechas de consumo preferente y caducidad (ambas consideradas dentro del concepto de fecha de durabilidad).

Pero no todos los productos alimenticios están obligados a indicar fechas de durabilidad, entre ellos están las hortalizas frescas, frutas, etc (Maceda, 1991).

Puesto que existe una estrecha relación entre las condiciones de conservación y el tiempo de durabilidad, los productos congelados están condicionados a que se mantengan en este estado físico (Jara, 1988; Maceda, 1991).

Según Holdsworth (1988), las espinacas frescas deben almacenarse a una temperatura de 0°C en un ambiente de humedad relativa del 90-95%, consiguiendo así una vida aproximada en almacén de 2 semanas.

Las etapas más importantes en el almacenamiento y cadena de distribución de los alimentos forman lo que se denomina "Cadena del frío", y son las siguientes:

- Cámara frigorífica de la factoría de producción desde -25°C a -30°C .
- Vehículo de distribución, a -25°C .
- Cámara frigorífica de distribución, a -25°C .
- Vehículo de distribución, a -25°C .
- Almacén general para la venta al por menor, a -25°C .
- Vitrinas expositoras de establecimientos de venta al por menor, a -23°C .
- Congelador doméstico, de -18°C a -20°C .

El establecimiento de una cadena de alimentos congelados implica pues, el desarrollo de almacenes capaces de alcanzar bajas temperaturas, vehículos de transporte refrigerados y vitrinas expositoras para venta al por menor.

2.1.6.2.9.- Caracteres estándares usuales de la calidad para la espinaca

La norma de calidad referida a las espinacas (Presidencia del Gobierno, 1986), procedentes de las variedades (cultivares), de *Spinacia oleracea* L., destinadas al consumidor en estado fresco, tiene por objeto definir las características mínimas que debe cumplir en el momento de su expedición, después de su acondicionamiento y envasado, presentadas en hojas sueltas o en plantas.

Dichas características son:

- Sanas.
- De aspecto fresco.
- Limpias, prácticamente libres de tierra y restos de abonos, como de productos químicos usados para su protección.
- Carentes de olor y/o sabor extraños.
- Libres de plagas y enfermedades.
- Exentas de pináculo floral.
- Las espinacas lavadas tienen que estar debidamente escurridas.
- Para las espinacas en plantas, la raíz debe estar cortada inmediatamente por debajo de la base de las hojas exteriores.

El estado del producto comercial será tal, que podrá resistir el transporte y manipulado, así como cumplir los requisitos del mercado a que se destina.

Las hojas deben ser:

- Enteras.
- De color normal y aspecto que concuerde con la variedad y época de recolección.
- Libres de daños producidos por heladas, plagas y enfermedades que perjudican el aspecto o comestibilidad.
- En la espinaca en hoja los pedúnculos no deben superar los 10 cm.

Respecto al envasado y composición se exige una uniformidad de la mercancía, es decir, que en cada envase el contenido sólo puede incluir mercancía de la misma variedad y calidad; así como, no pueden encontrarse en el mismo envase las espinacas en hoja y las espinacas en plantas.

El envasado también se debe realizar de tal forma que quede asegurada suficientemente la protección de la mercancía. Además, el papel u otro material utilizado para revestir la parte interna del envase debe ser inocuo para el ser humano. Cualquier tipo de impresión, rótulos, etc., sólo deben estar situados en la superficie exterior por lo que se evita el contacto directo con el alimento. Dicho producto debe encontrarse libre de cuerpos extraños como restos de inflorescencias, hojas amarillas y malas hierbas.

Es obligatorio que cada envase contenga impreso exteriormente la siguiente literatura:

- Identificación del envasador (nombre y dirección o marca comercial).
- Denominación del producto: "Espinacas en hojas" o "Plantas de espinacas", en el caso de que el contenido no resulte visible desde el exterior.
- Origen del producto: región o nación productora.
- Marcas comerciales: Categoría a la que pertenece I ó II.

2.1.7.- TRATAMIENTO CULINARIO

La cocción es un proceso culinario en el que se origina un incremento de la permeabilidad celular del vegetal, por lo que se ve favorecida la cesión de las sustancias solubles al agua en la cual se realiza dicha cocción, enriqueciéndose en los nutrientes solubles que se han disuelto en ella, o en los compuestos contaminantes como los nitratos.

Para evitar esta cesión, se recomienda la cocción con poca cantidad de agua de las piezas enteras o poco fraccionadas, ya que al trocear las verduras aumenta la superficie específica, por lo que se favorece la difusión de los distintos nutrientes.

Durante la cocción, el calor provoca modificaciones químicas y físicas del alimento que mejoran el aroma y sabor, la palatabilidad y la digestibilidad del producto y que pueden

mejorar su conservación. Asimismo, este calor puede aumentar la disponibilidad de algunos nutrientes, mediante la inactivación de enzimas que actúan como factores antinutritivos. Sin embargo, el cocinado determina normalmente una pérdida de nutrientes, que es mayor cuanto más elevada es la temperatura y más largo el tiempo de cocinado, o si se utiliza un exceso de líquido. Las pérdidas de minerales y de vitaminas hidrosolubles se reducen si el agua de cocción se emplea posteriormente (Buss y col., 1987).

El proceso de cocción se debe realizar según las instrucciones dadas por el fabricante del alimento. Hay que tener presente que las hortalizas que han sido escaldadas previamente a la congelación, requieren un tiempo de cocción más corto que sus equivalentes no congelados o crudos (Kozlowski. En: Anónimo, 1977).

Entre las vitaminas hidrosolubles que se ven afectadas en la cocción hay que destacar la riboflavina, la niacina, las vitaminas del grupo B y la vitamina A. La vitamina C, además de ser hidrosoluble, se destruye más rápidamente con el calor, en condiciones alcalinas y en presencia de ciertos metales, como por ejemplo el cobre y el hierro (Buss y col., 1987).

Los nitratos son sales nitrogenadas solubles en agua; así, algunos autores tras observar que, después de la cocción, las verduras y hortalizas pierden una elevada proporción de dichas sales, han propuesto utilizar esta propiedad para empobrecer los productos vegetales en nitratos, sobre todo cuando van destinados al consumo de niños, aunque ésto presenta el inconveniente

de la consiguiente pérdida de nutrientes (Schroeder, 1971; Wyatt y Ronan, 1983; Bosch, 1985; Anónimo, 1990).

2.2.- NITRATOS Y VEGETALES

2.2.1.- CICLO DEL NITRÓGENO

La primera fuente de nitrógeno que llega a los vegetales, es el propio elemento que se encuentra en forma gaseosa en la atmósfera. Su transformación en compuestos nitrogenados, tales como amoníaco, óxidos, etc., tiene lugar por medio de los microorganismos, las plantas y el hombre a través de sus actividades industriales y agrícolas (Payne, 1973; Hill, 1991a).

Las bacterias presentes en las raíces de los vegetales contribuyen en el ciclo del nitrógeno interviniendo en la transformación del nitrógeno elemental hasta amoníaco. Su conversión a nitrato (nitrificación) se desarrolla a través de la formación intermedia de nitrito, mediante un proceso de dos etapas que involucra a diferentes microorganismos.

Muchas plantas pueden asimilar y concentrar nitratos, pero sólo una parte de estas sales puede ser utilizada. El nitrógeno procedente de dichas sales es incorporado a las proteínas y probablemente otros constituyentes nitrogenados, o puede actuar como electrón aceptor terminal de la cadena respiratoria de los cloroplastos (Hill, 1991a).

Según Christy y col. (1973), probablemente más del 90% del nitrógeno absorbido por las plantas es en forma de este ión. El contenido de nitrato en los vegetales está gobernado por factores genéticos hereditarios, que controlan su metabolismo, y por la cantidad de nitrato disponible en el suelo.

Por estas razones, la mayor parte de los vegetales de hoja verde, como las espinacas, y algunos cultivos de raíces, asimilan el nitrato de forma natural, y su proporción puede variar según las especies (Walters, 1987).

El ciclo del nitrógeno en el suelo es complejo, pero podría representarse según Hill (1991a), de la forma recogida en el esquema nº1.

El nitrógeno orgánico en la materia viva es principalmente de origen vegetal, pero una pequeña proporción, se encuentra como proteína animal; sin embargo, en la materia muerta proviene de la descomposición de plantas y animales muertos junto con las excretas de diferentes especies animales.

El nitrógeno presente en la orina es principalmente, urea en mamíferos, ácido úrico en aves y amoníaco en reptiles. Las ureasas bacterianas están ampliamente distribuidas en los organismos del suelo, y estos enzimas liberan amoníaco y dióxido de carbono. Las bacterias también producen ácido úrico-hidrolasas, las cuales dan lugar a amoníaco (Hill, 1991a).

Los vegetales muertos y los tejidos animales se descomponen más lentamente, y también se mineralizan eventualmente a amoníaco.

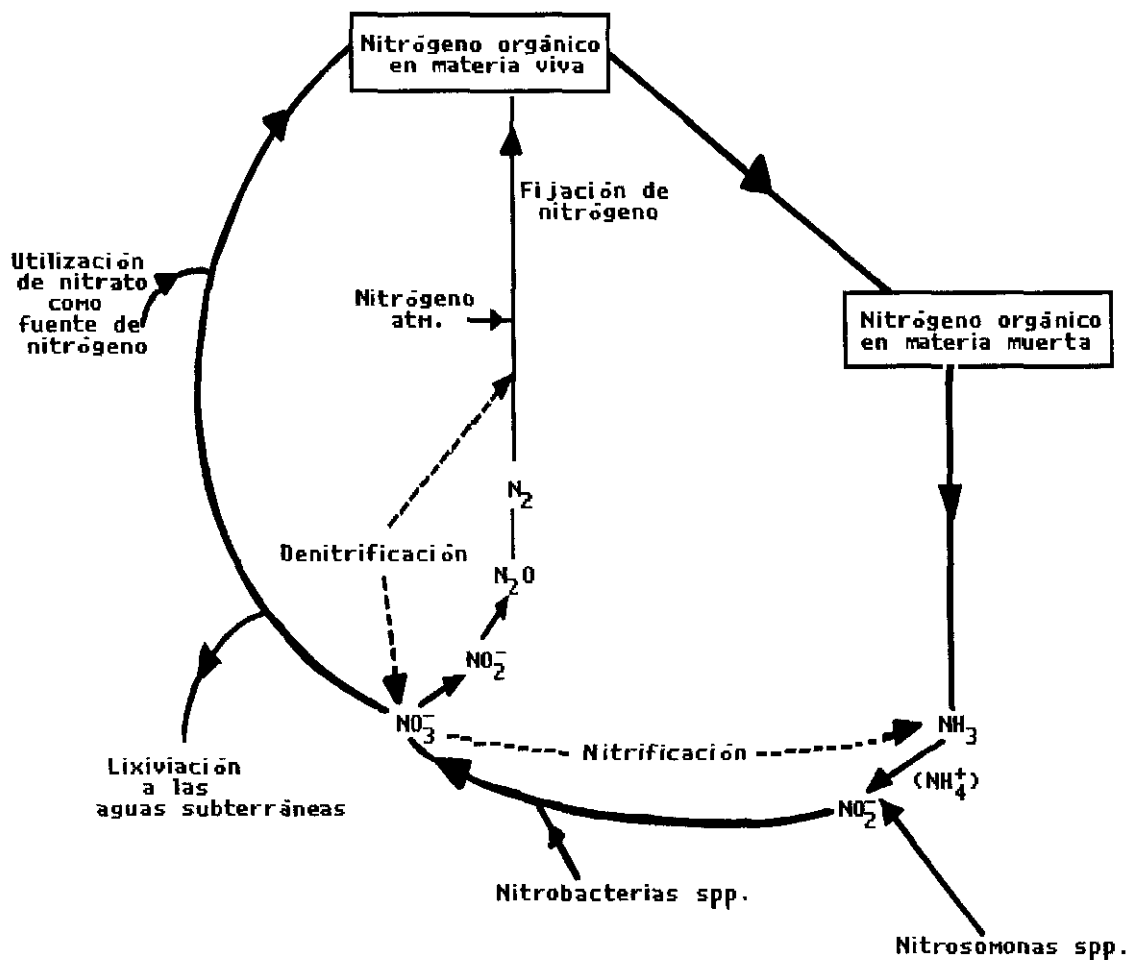
La oxidación de este NH_3 hasta NO_3^- es un proceso vital en el ciclo del nitrógeno, ya que este nitrato es la forma de nitrógeno más rápidamente asimilada por las plantas y además, es su mayor fuente de nitrógeno. Previamente, el ión amonio se transforma en nitrito que posteriormente, y con la ayuda de las bacterias, se oxida a dicho nitrato.

Bajo condiciones anaeróbicas (por ejemplo en la profundidad del suelo), se puede producir la denitrificación, por formación de nitrógeno gas en el suelo y su cesión a la atmósfera, aunque éste puede volver al ciclo del nitrógeno mediante bacterias fijadoras de nitrógeno (Hochstein y Tomlinson, 1988; Hill, 1991a).

2.2.2.- NITRATOS PROCEDENTES DE LOS FERTILIZANTES

Los nitratos pueden ser aplicados como fertilizantes nitrogenados (nitrato amónico, nitrato sódico, nitrato cálcico, sulfonitrato amónico) a las tierras cultivables, pero un empleo masivo de ellos tiene como consecuencia una acumulación en exceso de nitratos en el vegetal, en relación a las necesidades normales de la planta (Echàñiz y col., 1990; Ruiz y col., 1993; Contreras y Montes, 1994).

Esquema nº1. Ciclo del nitrógeno en el suelo



La acumulación de estas sales nitrogenadas en los vegetales no es un problema reciente, pues ya, en 1909, Richarson (En: De la Torre y col., 1983), señaló cantidades que son comparables con las que se encuentran hoy día.

Los nitratos son uno de los constituyentes normales de la planta y representan una forma de transporte del nitrógeno por lo que su determinación significa para el agricultor un medio de apreciación de la fertilización nitrogenada de los cultivos.

El reparto de los nitratos en el vegetal es muy desigual lo que podría justificarse a nivel fisiológico de los diferentes órganos (Coïc y Lesaint, 1980).

En general, los órganos de tránsito son los más ricos en nitratos (Blanc y Morisot, 1980). La proporción de estas sales en la planta es el resultado de tres procesos simultáneos y no totalmente independientes, como son su absorción, transporte y asimilación. Así, se sabe que las especies vegetales que presentan una actividad metabólica radicular elevada, utilizan en este órgano una gran proporción del nitrato absorbido de la tierra, y dejan pasar un menor porcentaje a las hojas. Las raíces y las hojas son órganos, no sólo de transporte de estas sales, sino también de acumulación (Coïc y Lesaint, 1980).

Existen diversos factores que contribuyen al acúmulo de nitratos en los vegetales, entre ellos están los "genéticos"; la "luminosidad" pues condiciona la fotosíntesis y la formación de moléculas muy energéticas; los "nutricionales" pues es preciso en ocasiones un aporte de oligoelementos indispensables para los enzimas reductores de las sales nitrogenadas o del propio nitrato, que constituye el sustrato inicial para desarrollar esta actividad enzimática (Fritsch y Saint Blanquat, 1985; Ansorena y Merino, 1992).

Los nitratos pueden ser aplicados en diferentes cantidades, para ello hay que tener en cuenta una serie de factores como son: la cubierta vegetal, el efecto de la lluvia y del riego, la

temperatura, el tipo de suelo y el nivel de las aguas subterráneas.

Los iones que nos ocupan, son solubles, lo que conlleva que se puedan movilizar con el agua del suelo. Debajo de la cubierta vegetal superior, la absorción de las raíces, combinada con la evaporación del agua y el gradiente de temperatura entre el suelo y el aire, provoca un movimiento ascendente de los nitratos. Por el contrario, en un período libre de vegetación y abundantes lluvias, se produce un movimiento descendente en el suelo, de este ión.

En general, se puede afirmar que el agua que drena de la parte superior del suelo a las capas profundas, incrementa la proporción de nitrato lixiviado del suelo (Amberger, 1974. En: Hill, 1991a).

Se han realizado estudios sobre la fertilización nitrogenada y la cantidad de nitratos en los vegetales, y se ha comprobado que si dicha fertilización se aplica en exceso a cultivos de espinacas, la proporción en las hojas de estas sales nitrogenadas aumenta (Szwonek, 1986); aunque no se ha encontrado ninguna relación con la cantidad de nitritos, se sabe que posteriormente y debido a la alta concentración de nitratos, durante el almacenamiento éstos podrían transformarse en nitritos si no se cumplen unas buenas normas de conservación (Lee y col., 1971; Rausa y Zabeo, 1972; Mayo y col., 1992).

2.2.3.- CARACTERÍSTICAS DEL ENZIMA NITRATO-REDUCTASA

2.2.3.1.- Estructura química de la nitrato-reductasa

Los tejidos vegetales presentan, como uno de los principales molibdo-enzimas, a la nitrato-reductasa (N-R).

Se trata de un enzima complejo que está formado por diferentes grupos prostéticos activos redox. En su estructura química se observan tres de estos grupos en proporción estequiométrica 1:1:1, y dos subunidades que pueden repetirse (Solomonson y Barber, 1990).

En las plantas superiores, la nitrato-reductasa parece ser un dímero de subunidades idénticas, de tamaño entre 100 y 120 KDa. Cada subunidad contiene 3 grupos prostéticos, denominados FAD (Flavín adenosín dinucleótido), Hemo (citocromo b_{557}), y un cofactor de molibdeno (MoCo). La nitrato-reductasa está organizada en campos o zonas diferentes y cada uno contiene centros redox, representados por los distintos grupos protéticos. El MoCo es un grupo pterina con molibdeno llamado Molibdopterina, con dos ligandos sulfuro (figura nº3) (Nakagawa y col., 1985; Kramer y col., 1987; Kleinhofs y Warner, 1990; Solomonson y Barber, 1990; Hoff y col., 1992).

La proteólisis de N-R de espinaca, controlada con tripsina y *Staphylococcus aureus* V₈ Proteasa ha mostrado que la molécula está formada por una zona de 75 KDa que contiene molibdeno; el grupo hemo está asociado con otra zona de 14 KDa, mientras que

el grupo FAD está contenido en otra de 28 KDa (figura nº4). Estos tres campos o zonas aparecen unidos por regiones proteasa-sensibles (Kubo y col., 1988; Chérel y col., 1990; Hoff y col. 1992), y los tamaños de los campos obtenidos se indican junto con sus grupos prostéticos asociados (Kubo y col., 1988; Notton y col., 1989; Solomonson y Barber, 1990).

Figura nº3. Estructura del Molibdo-cofactor, según Kramer y col. (1987)

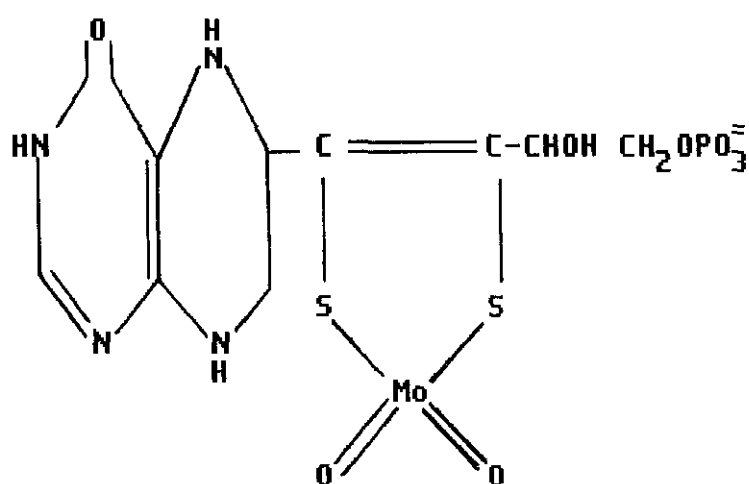
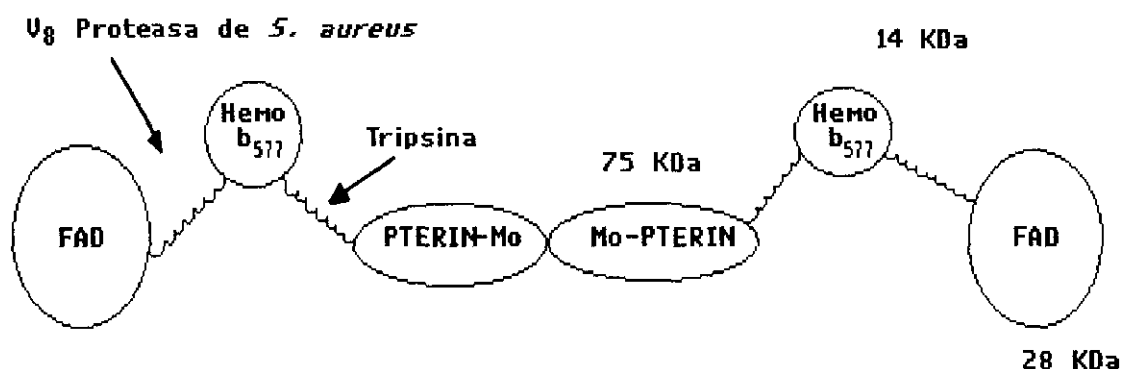


Figura nº4. Modelo de N-R obtenido por proteólisis controlada de la nitrato-reductasa de espinaca por V_8 Proteasa de *Staphylococcus aureus* y tripsina (Notton y col., 1989)



2.2.3.2.- Tipos de N-R

En organismos eucariotas se han reconocido tres tipos de nitrato-reductasa, que según Guerrero y col. (1981) y Kleinhofs y Warner (1990), son:

- . En la mayoría de las plantas superiores y algas aparece la "Nitrato-reductasa NADH-específica (EC 1.6.6.1)".

- . En un número limitado de plantas superiores se ha identificado la "Nitrato-reductasa NAD(P)H-biespecífica (EC 1.6.6.2)".

- . En los hongos se presenta la "Nitrato-reductasa NADPH-específica (EC 1.6.6.3)". Este tipo no aparece en las plantas superiores.

Sin embargo, las plantas, en función de la especie, pueden presentar uno o varios tipos de enzimas nitrato-reductasa, según observan Hoff y col. (1992), en distintos ejemplos de vegetales.

Así, algunas plantas superiores contienen sólo un tipo de N-R, codificada por un único gen, mientras que otras plantas presentan dos o tres tipos de N-R con distintos donadores específicos de electrones. Los diferentes enzimas parecen estar codificados por varios genes (Caboche y Rouzé, 1990; Warner y Kleinhofs, 1992).

2.2.3.3.- Localización de la N-R

La localización de la nitrato-reductasa en la célula no ha sido firmemente establecida, pero según la mayoría de los autores se encuentra situada en el citosol (Solomonson y Barber, 1990).

Por otra parte, otros estudios inmunológicos han mostrado que este enzima se encuentra en los cloroplastos de la hojas de espinacas (Kamachi y col., 1987) y en el citoplasma de las hojas de maíz (Vaughn y Campbell, 1988).

Así, las distintas posibilidades descritas para la localización intracelular de la N-R, pueden reflejar situaciones alternativas bajo diferentes estados fisiológicos de la planta o distintas formas isomórficas del enzima (Grant y col., 1970; Dalling y col., 1972; Solomonson y Barber, 1990).

2.2.3.4.- Función y regulación de la N-R

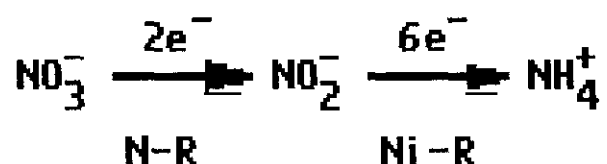
Las plantas superiores presentan la capacidad de asimilar el nitrato, lo que es de una importancia biológica fundamental.

El enzima nitrato-reductasa cataliza, como reacción inicial, la etapa limitante de la asimilación de nitrato. Este enzima se considera un factor determinante para el crecimiento, el desarrollo y la producción proteica en las plantas y otros

organismos asimiladores de esta fuente de nitrógeno (Deng y col., 1990).

El nitrato para ser asimilado por la planta, tiene que ser reducido a nitrito y, posteriormente, a amonio; este ión se podrá combinar con los carbohidratos y así formar aminoácidos, los cuales serán los primeros productos orgánicos procedentes de la asimilación del nitrógeno en el interior de la planta (Solomonson y Barber, 1990; Hoff y col., 1992; Warner y Kleinhofs, 1992).

La reducción del nitrato puede ser asimiladora o no. La fase "asimiladora", en la que el nitrato pasa a amonio, es un proceso que consta de dos etapas enzimáticas, con intervención de nitrato-reductasa (N-R) y de nitrito-reductasa (Ni-R):



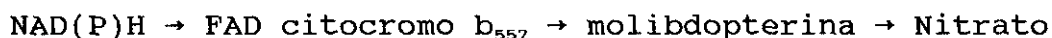
La primera etapa está catalizada por el enzima nitrato-reductasa. En eucariotas, esta reacción presenta como donador fisiológico de electrones el NADH o el NADPH.

La segunda etapa está catalizada por el enzima nitrito-reductasa. La nitrito-reducción se asocia con la fase lumínica

de la fotosíntesis vía reducción de la ferredoxina, que sirve como donador fisiológico de electrones para la nitrato-reducción (Hewitt, 1975; Solomonson y Barber, 1990; Hoff y col., 1992; Warner y Kleinhofs, 1992).

La localización mayoritaria del proceso de reducción de nitrato en la planta suele ser a nivel foliar, debido a un mejor aprovechamiento del poder reductor de la fotosíntesis (Hoff y col., 1992; Kenis y col., 1992), aunque también puede realizarse en los órganos que no precisan luz, como las raíces.

El intercambio de electrones en la N-R da lugar a las siguientes etapas:



La nitrato-reductasa presenta dos centros activos: uno para el electrón donado por el NAD(P)H, donde el FAD es reducido, y otro para la reducción del nitrato por el molibdeno. Este enzima funciona como un sistema de transporte de electrones con una transferencia interna de éstos, desde el FAD reducido hasta el cofactor-molibdeno (Hoff y col., 1992).

La actividad celular de la N-R puede estar regulada a nivel de la síntesis de enzima y de la degradación, de la inactivación reversible, de la concentración de sustratos y efectores y del secuestro intracelular de dicho enzima. Otros factores que influyen directamente en la actividad enzimática, o que sirven como señales para los distintos modos de regulación son: la luz,

el oxígeno, el dióxido de carbono, el nitrato, el nitrógeno fijado y otros metabolitos (Solomonson y Barber, 1990; Hoff y col., 1992). Asimismo, hay que señalar que la influencia del pH y de la temperatura que por afectar de alguna forma a la disponibilidad del nitrógeno, influyen indirectamente en la actividad N-R (Mengel y Kirkby, 1984).

Los diferentes modelos potenciales que afectan a la actuación de la nitrato-reductasa incluyen la regulación de la síntesis del enzima por efectores positivos (contenido en nitrato, molibdeno, factor plastídico y luz), y por efectores negativos (ión amonio) (Maki y col., 1986; Campbell, 1988).

2.2.4.- NITRATOS Y NITRITOS EN LOS ALIMENTOS VEGETALES

En los alimentos, el nitrato es muy estable químicamente a lo largo del margen de pH; sin embargo, esta sal nitrogenada puede reducirse a nitrito en contacto con metales, tal y como ocurre durante el cocinado con utensilios de aluminio (WHO, 1977).

Por otra parte, se conoce que muchas plantas y microorganismos contienen sistemas enzimáticos capaces de aprovechar el nitrato para producir nitrito, óxidos de nitrógeno, nitrógeno y amoníaco (Bomar y Wedler, 1980). También, algunos de estos microorganismos nitrato-reductores se encuentran en el ser humano, en el tracto gastrointestinal favoreciendo la presencia de nitritos (Ward y col., 1986).

Estas bacterias reductoras pueden actuar durante el almacenamiento de alimentos vegetales, como las espinacas, cuando además, existen condiciones externas favorables para la reducción, como temperaturas elevadas durante un cierto tiempo, por lo que se produce una disminución de nitrato y un aumento del nitrito (Walters, 1987; García y Bosch, 1988, 1988a).

Las espinacas son uno de los vegetales que pueden acumular mejor los nitratos del suelo en concentraciones de g/Kg (García y Hernández, 1989). Su conversión a nitrito durante el almacenamiento ha sido objeto de estudio debido a la alta toxicidad del ión NO_2^- . Así, se ha visto que cuando se conservan frescas en refrigeración, el contenido de nitrito aumenta gradualmente al cabo de los días de almacenamiento (Phillips, 1968a; Heisler y col., 1974; Acar y Ahrens, 1978a, 1978b; Lin y Yen, 1980; Corsi y col., 1981; Abo Bakr, 1986). Por el contrario, durante la congelación, la proporción no aumenta hasta que se descongelan y se mantienen a temperatura ambiente durante más de 24 horas (Lee, 1970; Phillips, 1971; Causeret, 1984).

En los alimentos vegetales procesados (cocidos) e incluso en los que están además congelados, el contenido de nitrito puede ser 2 ó 3 veces mayor que en aquéllos que no han sufrido ningún proceso de preparación; posiblemente, ésto es debido a la pérdida de nitrato de las vacuolas en las que está normalmente aislado, por lo que será reducido con mayor facilidad (Martinoia y col., 1981).

El nitrito formado en los productos alimenticios es inestable, particularmente a valores de pH ácido, por lo que pueden producir óxidos de nitrógeno y/o reaccionar con muchos componentes de los alimentos como aminas, fenoles y tioles obteniendo nitrosaminas, nitrosofenoles y nitrosotioles, respectivamente (Hill, 1991a).

Por otro lado, la aparición de nitritos en ciertos vegetales está limitada por una serie de compuestos que inhiben la formación de nitroso-compuestos o que pueden descomponer el nitrito formado, como por ejemplo los ascorbatos. Sin embargo, algunos productos hortícolas como las espinacas, que poseen en sus hojas gran proporción de sales nitrogenadas, no presentan suficiente contenido de vitamina C para reducir el nitrito que se forma de los nitratos disponibles (Walters, 1987).

Los ascorbatos además, inhiben la reacción de nitrosación, ya que pueden reaccionar con los constituyentes aminados, amidas, guanidina, etc., imprescindibles para la formación de nitroso-compuestos (Hill, 1991a; Contreras y Montes, 1994); por ello, se realizan trabajos en los que se estudia el contenido de vitamina C y de nitratos y nitritos en distintos alimentos con el fin de relacionar el contenido de dicha vitamina y la proporción de nitrosaminas formadas (Ruiz y col., 1988; Cid y col., 1990). Por otro lado, en otros trabajos se apreció que la proporción de ascorbato en los vegetales frescos está relacionada con la fertilización que se les aplica; así, en un estudio realizado por Schupham (1974), se observó que la relación ascorbato/nitrato es inversa. Así, para las espinacas, la rela-

ción molar de medias de ascorbato y nitrato se vio que es de 0,10 (Assembly of Life Sciences, 1981. En: Hill, 1991a).

2.3.- NITRATOS Y NITRITOS EN EL HOMBRE

2.3.1.- METABOLISMO

El nitrato contenido en el alimento y en el agua que llega a la boca, reside en ella poco tiempo, pues una vez que ha sufrido la recirculación salivar, el pico más elevado de concentración en dicha saliva es aproximadamente, a 1 hora tras la ingestión (Bartolomew y Hill, 1984), y a continuación, decrece en forma no lineal (Walters y Smith, 1981).

Aunque el nitrito también está presente en la saliva se ha visto que las glándulas parótidas salivares están libres de ellos (Tannenbaum y col., 1974; Granli y col., 1989). El origen del nitrito en la saliva parece ser debido a la reducción bacteriana del nitrato a nitrito por la flora oral. Esta flora microbiana de la boca es muy compleja y puede poseer actividad nitrato-reductasa que está en función de una serie de factores entre los que destaca el flujo salivar. Este depende, entre otras, de las condiciones climáticas; así, con temperaturas externas elevadas se ha visto que este flujo es menor, por lo que la saliva estará más concentrada y se incrementará la actividad de los enzimas bacterianos y de los sustratos, lo que produce un aumento de la proporción de nitritos (Eisenbrand y col., 1980; Boss y col., 1988).

También, se ha visto que la presencia de carbohidratos en la composición de un alimento provoca la exaltación metabólica nitrato-reductasa de la flora bucal, favoreciéndose la reducción de nitratos a nitritos; por otro lado, el nitrato procedente de la dieta permanece en el estómago durante un tiempo de unos 40 a 80 minutos, hasta que pasa al duodeno (Malagelada y col., 1984; Mayer y col., 1984).

Además, se conoce una clara relación entre el pH gástrico, la cantidad de bacterias nitrato-reductoras y los niveles intragástricos de nitrito. Estos niveles aumentan en un estómago con un jugo gástrico aclorhídrico, 10 veces más, que en uno con una acidez normal, donde, en contraste con el nitrato, el nitrito tiene una semivida muy corta (menos de 10 minutos) (Licht y col., 1986).

Cuando el nitrato pasa del estómago al tracto intestinal va a ser total y rápidamente absorbido en el intestino delgado proximal, y una vez en la sangre, se encuentra disponible para su secreción de forma activa por la saliva (Spiegelhalder y col., 1976; Ohshime y col., 1982. En: Ward y col., 1990) y en varios fluidos corporales por mecanismos más pasivos, como el sudor (Bartholomew y Hill, 1984), jugo gástrico (Ruddell y col., 1978), mucina gástrica (Mueller y Henninger, 1985), leche (Hartman, 1982) y posiblemente también a las secreciones vaginales (Alsobrook y col., 1974).

El intestino grueso puede considerarse como una zona reductora del metabolismo y de pérdida de nitrato, debido a la

abundante flora bacteriana que posee y además, es el responsable de la desaparición de un 40-45% del total de dicho nitrato, antes de la excreción en orina (Schultz y col., 1985).

Según Hartman (1982), alrededor del 90% del nitrato ingerido en la dieta, particularmente a altas dosis de este ión, se encuentra en la orina. Otros estudios más recientes (Leaf y col., 1987), en los que se usa nitrato marcado con el isótopo ^{15}N , demuestran que en el hombre, entre el 50-60% del nitrito aparece en la orina en 24 horas; sin embargo, la cantidad de nitrito es muy pequeña o nula. La presencia de nitrito en orina es debida a la colonización por microorganismos de la vejiga, y entre otros destacan *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Proteus* spp. y *Staphylococcus* spp. (Green y col., 1981; Wagner y col., 1983; Bartholomew y Hill, 1984; Ohshima y col., 1987; Packer y col., 1989).

2.3.2.- ASPECTOS TOXICOLÓGICOS DE LAS SALES NITROGENADAS

La toxicidad propiamente dicha del nitrato se debe al ión nitrito, que se obtiene cuando se reduce el primero. Una de las respuestas tóxicas en el organismo es la formación de metahemoglobina, por lo que uno de los efectos más estudiados de este ión es la metahemoglobinemia infantil, además de la carcinogénesis debida a los nitroso-compuestos y las anormalidades congénitas.

2.3.2.1.- Toxicidad aguda y crónica

La toxicidad del nitrato se ha estudiado en numerosas ocasiones, así Ellen y Schuller (1982), tras administrar dosis de 0,15 g/Kg de peso, de nitrato amónico, por vía oral a 12 individuos voluntarios, observaron que uno de ellos desarrolló diarrea transcurridas 12 horas, y otro vomitó pasados 12 minutos de la administración, pero ninguno presentó un aumento de los niveles de metahemoglobina u otros efectos hematológicos.

Se sabe que el nitrato amónico se utiliza como diurético, durante 4 ó 5 días, en dosis de 10 g/día, sin aparecer en los pacientes efectos sintomáticos. Su acción es de tipo osmótica ya que el ión NO_3^- desplaza una gran fracción de ión Cl^- y provoca una importante pérdida de Na^+ y de agua; para evitar problemas de hipokalemia se administra terapéuticamente el KNO_3 para compensar los niveles de potasio (Saint Blanquat, 1980; Fritsch y Saint Blanquat, 1992).

La dosis letal de nitrito sódico es de 4 g en humanos adultos, y los primeros síntomas de envenenamiento por dosis orales de nitrito aparecen a los 15-45 minutos tras la ingestión (WHO, 1977).

2.3.2.2.- Metahemoglobinemia infantil

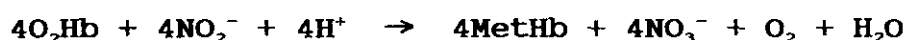
La hemoglobina (Hb) es una heteroproteína que contiene Fe^{2+} ; se encuentra presente en los eritrocitos y su función principal

es la de transportar O_2 ; cuando se combina con éste, se produce la forma de oxihemoglobina (de color rojo), que al disociarse aporta el oxígeno a los tejidos del organismo y desaloja el CO_2 .

La metahemoglobinemia infantil es la formación de metahemoglobina, en niños menores de 1 año, en presencia de sales nitrogenadas, donde la conversión de Hb en metahemoglobina se verifica bajo la acción de los nitritos y puede explicarse según distintas hipótesis que admiten que cada molécula de oxihemoglobina (O_2Hb con Fe^{2+}) transformada en metahemoglobina (MetHb con Fe^{3+} , forma oxidada reversible de color marrón), causa la oxidación de 1,5 moles de nitritos a nitratos, sin liberación de oxígeno. La reacción según Fritsch y Saint Blanquat (1985), se desarrolla en dos tiempos:

- Conversión de O_2Hb en MetHb, directamente proporcional a la concentración de NO_2^- .
- Formación de un complejo MetHb- NO_2^- que se disocia enseguida con producción de nitratos.

Según Kosaka y col. (1979), la reacción química que tiene lugar en la conversión Oxihemoglobina en Metahemoglobina, in vitro, debida al nitrito es la siguiente:



Si la cantidad de MetHb es menor del 10% de la Hb total, normalmente no es sintomática, pero si fuera mayor del 10%,

causaría cianosis (los labios, dedos y piel del cuerpo tornan a un color azul-grisáceo y la sangre pasa a tener un color marrón). Hay que destacar, que si los niveles de MetHb son del 60% se consideran letales (Fritsch y Saint Blanquat, 1985, 1992).

Kiese y Weger (1969), realizaron estudios sobre la toxicidad intravenosa (I.V.) del nitrito y comprobaron en humanos que una dosis de 1,5 a 2,5 g por vía I.V. para un adulto de peso medio de 60-70 Kg es letal, ya que aparecía un 60% de metahemoglobina en sangre.

Los niños menores de 1 año son particularmente susceptibles a la metahemoglobinemia (De la Torre y col., 1983; Fritsch y Saint Blanquat, 1985, 1992; Farré y Frigola, 1987; De Fernícola, 1989; Hill, 1991a), debido a diversas razones:

- El elevado ritmo de crecimiento durante los primeros meses de vida hace que precisen una alimentación variada (agua, verduras, etc.) por lo que la ingesta de nitratos debido a estos alimentos puede ser muy alta. Además, el consumo de líquidos en relación a su peso corporal está en una proporción muy superior a la del organismo adulto (del orden de 10 veces) (De la Torre y col., 1983).

- Por otra parte, los glóbulos rojos de los niños muy pequeños no presentan una actividad enzimática eficaz y por tanto, la metahemoglobina permanece activa, mientras que en otros niños mayores o en adultos, los enzimas eritrocitarios

degradan la metahemoglobina que liberará la hemoglobina, capaz de transportar el oxígeno a los tejidos. Hay que destacar que en los niños menores de tres meses, la hemoglobina es de origen fetal en un 70% y es muy oxidable (Fritsch y Saint Blanquat, 1985; Hill, 1991a).

- Otra razón que los hace susceptibles a padecer esta afección es la pérdida de acidez del jugo gástrico; el estómago puede presentar un pH cercano al neutro, lo que implica, que la parte superior del tracto gastrointestinal contiene una gran cantidad de bacterias capaces de reducir (a pH 6,5) los nitratos que ingieren a nitritos. Por el contrario, en niños mayores, el nitrato será absorbido por el intestino delgado rápidamente antes de que pueda exponerse a la actividad nitrato-reductasa, ya que al presentar mayor acidez el jugo gástrico sólo habrá colonización bacteriana en la parte inferior del tracto gastrointestinal, pero ésta no afectará a la reducción de los nitratos ya que estas sales se absorben antes, como ya se ha indicado. Por otro lado, en casos de niños afectados de enteritis existe un crecimiento elevado de microorganismos patógenos intestinales, sobre todo en el intestino delgado, los cuales son productores potentes de nitrato-reductasa y favorecen la aparición de nitritos (Licht y col., 1986).

El tratamiento básico consiste en inducir lo antes posible la reducción de la metahemoglobina. En casos leves o moderados, se administran dosis elevadas de ácido ascórbico (1 a 4 g por vía intravenosa), con lo que hay una reducción lenta y directa de la MetHb a Hb, pero en casos graves y límites, en los que el

tratamiento con vitamina C es insuficiente, se inyecta por vía intravenosa lentamente azul de metileno (De la Torre y col., 1983; Hill, 1991a).

2.3.2.3.- Sales nitrogenadas y nitrosaminas

Las nitrosaminas son compuestos que para su síntesis precisan la presencia de "precursores de la nitrosación", es decir, nitritos, aminas y aminoácidos, y su formación puede realizarse en los "alimentos" o "in vivo" (Klein y Debry, 1981).

2.3.2.3.1.- Formación de nitrosaminas en los alimentos

La presencia de nitrosaminas en cierto número de alimentos que constituyen una parte significativa de la dieta humana es un hecho evidenciado.

Los nitritos, como precursores de la reacción de nitrosación, pueden proceder de: productos cárnicos y quesos (aditivos), de productos hortícolas mal conservados y de aguas contaminadas y además, indirectamente, de la reducción bacteriana de los nitratos presentes en los alimentos.

Por otro lado, los precursores aminados tienen su procedencia en la degradación de las proteínas. Ciertos alimentos contienen aminas fácilmente nitrosables, como la dietilamina, piperidina y pirrolidina que se encuentran en productos cárni-

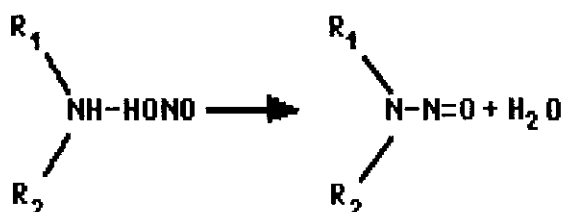
cos; la dietilamina y trimetilamina presentes en los pescados, y la sarcosina en la leche, algunas de las cuales se han analizado, en distintos alimentos de origen vegetal y animal, por Tutelyan y col., (1990), entre otros autores, mediante técnicas cromatográficas. Por otra parte, Shephard y col. (1987), destacan que las espinacas son fuentes alimentarias de nitroso-precusores, ya que tras su análisis se detectaron las siguientes concentraciones por Kg de espinaca: metilamina (12 mg), etilamina (8,4 mg), isopentilamina (3,8 mg), bencilamina (6,1 mg), fenetilamina (1,1 mg), histamina (38 mg), dietilamina (15 mg), pirrolidina (2,5 mg), n-metilfenetilamina (2,4 mg) y n-metilanilina (3,4 mg).

Hay que destacar, que algunos alimentos, como por ejemplo el pescado, incluso después de sufrir un tratamiento de conservación tan significativo como es la congelación, han presentado cantidades cuantificables de nitrosaminas (Dikun, 1976. En: Gómez-Guillén, 1991).

Las N-nitrosaminas son el resultado de la interacción ente el ácido nitroso y las aminas secundarias.

La reacción queda reflejada en el esquema nº2.

Esquema nº2. Reacción química entre el ácido nitroso y las aminas secundarias

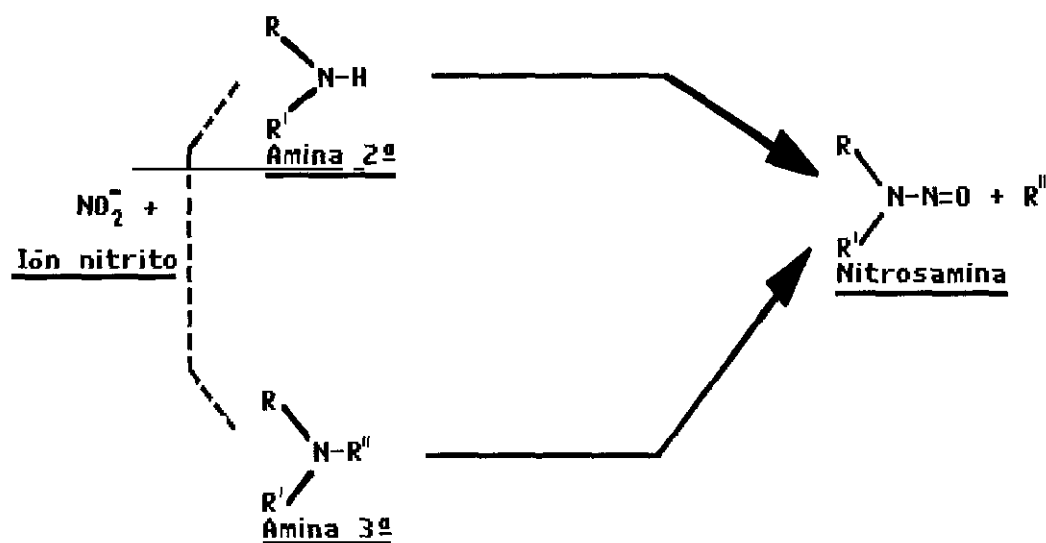


En dicha reacción, R_1 es un grupo alquilo, mientras que R_2 puede ser alquil, aril o una gran variedad de radicales (Crosby, 1976).

Las nitrosaminas también pueden formarse, en las condiciones adecuadas, a partir de las aminas terciarias, aunque muchas pruebas cualitativas se basan en asumir que las aminas terciarias son inertes al ácido nítrico. Se sabe, que muchas de estas aminas terciarias están presentes en los alimentos (Gómez-Guillén, 1991).

Fritsch y Saint Blanquat (1985) esquematizan la formación de nitrosaminas según se recoge en el esquema nº3.

Esquema n°3. Formación de nitrosaminas según Fritsch y Saint Blanquat (1985)



La cinética de la reacción de nitrosación ha sido estudiada por varios autores, por lo que se conocen los factores que influyen en la síntesis de nitrosaminas; los más importantes son:

- La **basicidad de la amina**, ya que existe una relación inversa entre ésta y la velocidad de nitrosación (Sander y Seif, 1969).
- La **temperatura**, pues altas temperaturas favorecen la reacción; así, la cocción y la fritura inducen a la formación de nitroso-compuestos (Pensabene y col., 1974).
- El **pH**, ya que la nitrosación está facilitada por la acción de los ácidos; se sabe que a pH 3,4, la dimetilamina se nitrosa el 100%. Por debajo de este pH, la proporción

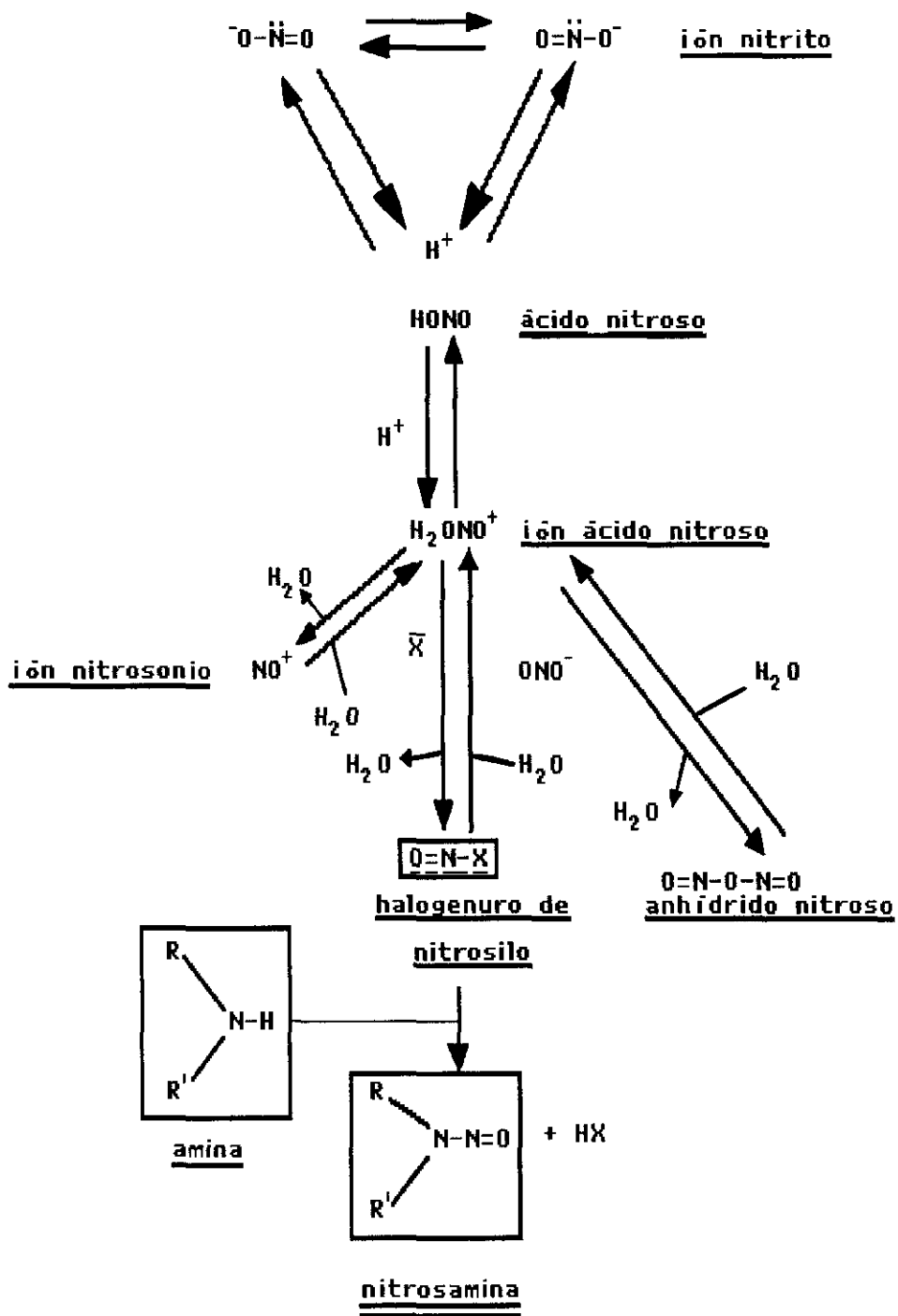
de nitrito reactivo sin disociar aumenta; pero, sin embargo la disponibilidad de la amina en forma reactiva disminuye. A pH alrededor de 6, la tasa de nitrosación desciende a cero asintóticamente (Walters, 1987); y en presencia de formaldehído y otros aldehídos, el rango de pH sobre el cual la nitrosación puede verificarse, se extiende a la región alcalina (Keefer y Roller, 1973).

La proporción de aminas no ionizadas presentes, al valor óptimo de pH, varía en función de su basicidad, y se sabe que las que son menos básicas sufren con más facilidad la nitrosación. Para los aminoácidos, debido al complicado patrón de ionización que poseen, ya que contienen grupos ácidos y básicos, la nitrosación máxima se da a un pH de 2,5.

- **Los catalizadores e inhibidores:** ya que la presencia de los ácidos ejerce un efecto competitivo con el agente nitrosante. Los agentes más susceptibles de reaccionar con el nitrito son: eritorbato, ácido ascórbico (Bartsch y col., 1982), taninos (Mai y col., 1986), antioxidantes fenólicos (Clapp y col., 1978; Mai y col., 1986), tocoferoles, glúcidos, metanol, etc. (Hill, 1991a). Entre los aniones que actúan con efecto catalítico están los cloruros y acetatos (Klein y Debry, 1981).

Por tanto, para que se produzca la nitrosación, los nitritos han de convertirse primero en ácido nitroso, y a continuación, en agentes nitrosantes más activos, como el N_2O_3 , y el nitrosohaluro, responsables de la formación de nitrosaminas (esquema nº4).

Esquema nº4. Reacción de nitrosación según Fritsch y Saint
Blanquat (1985)



2.3.2.3.2.- Formación de nitrosaminas "in vivo"

Para que se produzca la síntesis de nitrosaminas "in vivo" se precisan los mismos precursores que para la formación de estos compuestos en los alimentos, aunque su presencia en el organismo procede de distintas vías.

El nitrito puede ser de origen exógeno o endógeno; es decir, exógeno cuando procede de la ingestión de alimentos vegetales o animales que lo contengan, y endógeno cuando, tras ingerir alimentos ricos en nitratos, éstos se transforman en nitritos en el proceso de insalivación o a nivel gastro-intestinal por la flora bacteriana (Tannenbaum y col., 1978).

Los precursores aminados son esencialmente, de origen alimentario, generalmente por degradación de los aminoácidos después de la cocción o el almacenamiento (Fine y col., 1977), Los residuos de pesticidas y fungicidas de los productos agrícolas o de medicamentos formados por aminas secundarias y terciarias incrementa el aporte de grupos nitrosables en los alimentos (Eisenbrand y col., 1974).

El pH del organismo hay que tenerlo en cuenta, ya que valores entre 1 y 2 hacen posible la biosíntesis de estos nitroso-compuestos.

Entre los catalizadores e inhibidores, hay que destacar los aminoácidos azufrados y el ácido ascórbico con acción inhibidora de la nitrosación; mientras que los tiocianatos presentes en la

saliva y en el jugo gástrico, en gran proporción principalmente en los fumadores, actúan catalizando la reacción de nitrosación, pues reducen los nitratos a nitritos (Keefer, 1976; Ruddell y col., 1977; Gómez-Guillén, 1991).

2.3.2.3.2.1.- Nitrosación por bacterias

Sander (1968), demostró que las aminas secundarias podrían ser nitrosadas a valores de pH neutros por la acción de las bacterias, y la reacción podría ocurrir en presencia de nitrato o nitrito; por otro lado, estudios más recientes indican que la nitrosación catalizada por los ácidos está estimulada por metabolitos ácidos, producidos durante el metabolismo bacteriano y se demuestra que hay enzimas en las bacterias capaces de nitrosar (Calmels y col., 1985, 1988; Leach y col., 1985).

La química de la nitrosación, estudiada por Shuker (1988), muestra que dicha reacción tiene un pH óptimo entre 2 y 4, y puede producirse en el cuerpo humano en el estómago con acidez normal; también se sabe que el rango de pH para que se de la reacción es amplio y existe dicha actividad a pH 5,5 , el cual puede alcanzarse en la vejiga urinaria infectada y en el colon proximal.

Leach y col. (1985), vieron en sus estudios que las especies denitrificantes como *Pseudomonas aeruginosa*, producen de 100 a 10.000 veces más nitroso-compuestos, que la cantidad a la que dan lugar los coliformes. En base a ésto y a las concen-

traciones conocidas de bacterias del estómago aclorhídrico, estos autores pudieron calcular la proporción de síntesis de nitroso-compuestos por bacteria, lo que podría justificar todas las nitrosaminas presentes en el estómago.

La mayor velocidad de reacción de la nitrosación en presencia de bacterias se puede explicar según los distintos puntos expuestos a continuación (Hill, 1991a):

- Producción bacteriana de nitrito mediante reacción química, el cual se utiliza para la síntesis de nitrosaminas.
- Catálisis de la nitrosación química por productos metabólicos bacterianos.
- Producción bacteriana de metabolitos ácidos debidos a la fermentación, los cuales, disminuyen el pH y por tanto, incrementan la posibilidad de la reacción química ácido-catalizada.

Una de las mayores evidencias de la nitrosación "in vivo" en humanos, proviene de datos sobre esta reacción gástrica provocada por bacterias, los cuales indican que la concentración gástrica de nitroso-compuestos incrementa con el pH hasta 7, lo que está asociado con el número de bacterias presentes en el estómago y el pH óptimo de los enzimas nitrosantes (Reed y col., 1981).

Así, la nitrosación bacteriana requiere, como reacción química, un sustrato nitrosable y nitrito. Este nitrito del jugo gástrico proviene de tres fuentes: de la dieta, el producido en

la saliva y el que se forma en el propio estómago por acción bacteriana. La proporción de nitrito de la dieta es mucho menor que la de nitrato, y puede ser despreciada en relación con las otras dos fuentes. La flora bacteriana salivar es una fuente rica en nitrato-reductasa aunque su actividad varía según las personas. Por otra parte, el nitrato de la dieta que no es reducido en la cavidad bucal, puede absorberse en el intestino delgado y de nuevo secretado en la saliva donde puede reducirse a nitrito, tal y como se ha comentado anteriormente.

En los casos en que existe flora bacteriana residente en el estómago, es decir, cuando el pH del estómago permanece por encima de 4, en las comidas, la mayor fuente de nitrito a nivel estomacal es debida a dicha flora; aunque hay que tener en cuenta que la proporción de este ión tanto en la saliva como en el estómago es dependiente de la cantidad de nitrato en la dieta. Así, con lo expuesto, se puede afirmar que las bacterias catalizan la nitrosación entre los compuestos aminados y el nitrito "in vivo" en el estómago colonizado por las mismas (Hill, 1991).

2.3.2.4.- Acción carcinogénica de las nitrosaminas

Los compuestos N-nitrogenados son un grupo de sustancias altamente carcinogénicas que, como se ha indicado anteriormente, se pueden formar "in vivo" en humanos, o bien en alimentos tratados con nitrato o nitrito (Gómez-Guillén, 1991).

Las nitrosaminas actúan en un órgano específico y causan tumores en zonas distantes del lugar por donde se introdujeron en el organismo, tal y como observaron en 1956, Magee y Barnes. Estos compuestos no son agentes mutágenos de acción directa, ya que necesitan activarse mediante enzimas microsomales. En consecuencia, en pruebas con animales de experimentación no se puede predecir con certeza el órgano sobre el que van a actuar.

Hill y col. (1973), argumentaron que en circunstancias normales, más del 80% del nitrato procede de los alimentos y del agua. El riesgo de cáncer en distintas zonas geográficas está en relación con los niveles de nitrato en dicha agua de consumo.

La posibilidad de que pueda aparecer cáncer gástrico es elevada, ya que el estómago es el primer lugar a donde llegan todos los alimentos. La etiología de este tipo de cáncer depende de muchos factores como los genéticos y los externos en los que se incluyen los de tipo alimenticio (cereales, raíces y alimentos salados, etc.), o los de tipo no alimenticio (trabajos en minas de carbón, tabaco, sexo, estado socioeconómico, etc.) (Chen y col., 1990; Hill, 1991).

Además, existen diversos estudios en los que se comprueba que la pérdida de acidez gástrica está relacionada con el riesgo de padecer cáncer gástrico, puesto que esta alteración puede ir acompañada de la aparición de flora bacteriana con actividad enzimática nitrato-reductasa y con capacidad N-nitrosante y como consecuencia, la concentración de nitrito se incrementaría

(Correa y col., 1975; Ruddell y col., 1976; Adams y col., 1989; Hill, 1991).

Otros tipos de cánceres relacionados con las nitrosaminas son los de vejiga, colon y cérvix (Tricker y col., 1989; Hill, 1991a).

2.3.2.5.- Anormalidades congénitas

Existe un número pequeño de estudios sobre la anomalía congénita asociada con la ingestión de dosis elevadas de nitratos por mujeres embarazadas. Por ejemplo, Scragg y col. (1982), trabajaron en una región localizada en el sur de Australia donde se apreciaba un exceso de malformaciones congénitas, principalmente en el sistema nervioso central en recién nacidos; tras diversos estudios concluyeron que el hecho de que las aguas subterráneas presentaran una elevada concentración de nitratos, podría estar relacionado con la aparición de estas malformaciones constituyendo una fuente de teratogénesis humana.

También, hay que señalar que otros autores como Preston-Martin y Henderson (1984), observaron una relación entre los tumores intracraneales en niños y el hipotético paso transplacentario de los nitroso-compuestos contenidos en los alimentos curados con nitrito.

3.- PARTE EXPERIMENTAL

3.- PARTE EXPERIMENTAL

3.1.- SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS

En el presente trabajo se han seleccionado como muestra las espinacas (*Spinacia oleracea* L.), debido al elevado contenido en nitratos que poseen según se refleja en investigaciones previas, y por ser un producto hortícola susceptible de presentar nitritos (Bosch, 1985).

Se han utilizado para todas las experiencias espinacas de procedencia comercial. Las marcas de espinacas se han clasificado, según su estado físico en el momento de la adquisición, y atendiendo a su procedencia, en:

- Espinacas congeladas y envasadas, adquiridas en un hipermercado de Madrid, a las que denominaremos **espinacas comerciales**.
- Espinacas frescas, adquiridas en un mercado de abasto de Madrid, a las que posteriormente se ha aplicado un procesamiento tecnológico similar al industrial y a las que denominaremos **espinacas experimentales** (cuadro nº4).

3.1.1.- ESPINACAS COMERCIALES

Se han elegido 3 marcas comerciales, representativas del mercado español, a las que se han denominado: 1., 2. y 3.

De cada marca se han tomado 2 lotes, constituidos por 20 muestras cada uno, con diferente fecha de envasado, y se han elegido los más recientes de los encontrados en el establecimiento en el momento de la compra.

Las espinacas congeladas se presentan en hojas enteras formando un bloque rectangular, que en la marca 2. está incluido en una bolsa de papel celofán, y a su vez, dicho bloque se encuentra en un envase de cartón cerrado herméticamente. En la marca 1. los envases están revestidos interiormente por plástico; además, aparecen litografiados en su exterior indicando el nombre de la marca, el estado de "congelado", las normas para mantener la congelación, así como el nombre y la dirección de la empresa fabricante; además se incluye el lote y caducidad del producto. Las espinacas del 2º lote de la marca 1. y las de la marca 3. están contenidas en bolsas de plástico cerradas herméticamente y litografiadas de igual forma que el envase de cartón.

Todos los bloques tienen un peso neto próximo a 400 g.

3.1.2.- ESPINACAS EXPERIMENTALES. DESARROLLO DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Se han adquirido tres muestras diferentes de espinacas frescas proporcionadas por un mismo proveedor de un mercado de abasto de Madrid, y se les ha denominado A., B. y C. (cuadro nº4).

Cuadro nº4. Procedencia y descripción de las espinacas experimentales.

	Procedencia	Aspecto hojas
Muestra A.	Talavera	<ul style="list-style-type: none">•Tiernas•Grandes y pequeñas•Sucias (requieren 2 lavados)
Muestra B.	Leganés	<ul style="list-style-type: none">•Menos tiernas•Grandes•Sucias (requieren 5 lavados)
Muestra C.	S. Martín de la Vega	<ul style="list-style-type: none">•Muy jóvenes•Más pequeñas•Más regulares•Sucias (requieren 4 lavados)

Estas muestras se han sometido a un proceso tecnológico en el laboratorio, similar al que se realiza en la industria, que consta de las siguientes etapas:

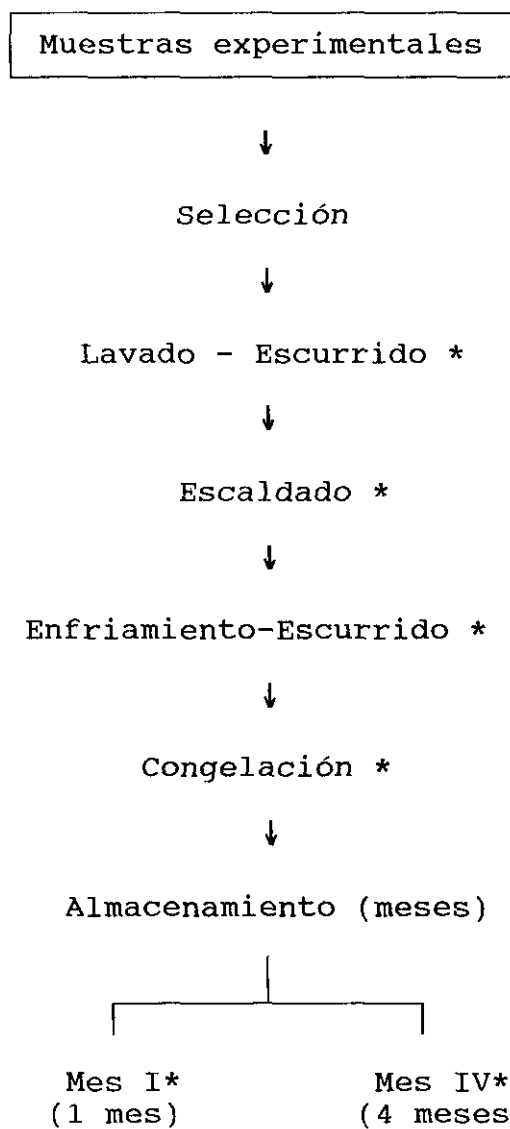
- a) Adquisición de aproximadamente 10 Kg de espinacas en un mercado de abasto de Madrid.
- b) Transporte inmediato al lugar de desarrollo del procesamiento.
- c) Selección de las hojas, eliminando aquéllas que se encontraban en mal estado, las raíces, así como las pencas.
- d) Lavado de las hojas, con agua de la red de abastecimiento general.
- e) Escurrido y eliminación del agua en exceso de las hojas en papel de filtro.
- f) Toma de muestra (P g) para el análisis de las espinacas frescas crudas.
- g) Escaldado a 98°C durante 5 minutos en un recipiente con cestillo, de acero inoxidable (capacidad= 17 litros), con agua de la red de abastecimiento.
- h) Enfriamiento inmediato en baño de agua con hielo, durante 5 minutos.
- i) Escurrido de la muestra, durante 5 minutos.
- j) Pesada de la muestra escaldada y toma de muestra para su análisis.
- k) Separación en porciones de, aproximadamente, 400 g de peso, y envasado en bolsas de plástico con cierre hermético.

- l) Congelación rápida a -35°C , en arcón, durante 24 horas.
- ll) Almacenamiento a -18°C , en arcón hasta el día del análisis.
- m) Toma de muestra del agua de escaldado y del agua de enfriamiento, para su análisis.

Este proceso se realizó en días sucesivos para las tres muestras experimentales (A., B. y C.), y se refleja en el esquema nº5.

Los pesos del producto fresco y del escaldado correspondiente se muestran en la tabla nº1.

Esquema nº5. Procesado experimental



* Toma de muestra para análisis

3.2.- ESQUEMA DE TRABAJO

Durante el procesado de las espinacas experimentales (A., B. y C.) en las diferentes etapas, se han tomado para análisis las siguientes muestras:

- Muestra sólida lavada y escurrida.
- Muestra sólida escaldada, enfriada y escurrida.
- Líquido de escaldado.
- Líquido de enfriamiento.

Una vez preparadas las muestras congeladas correspondientes a las espinacas frescas A., B. y C. se analizó cada una de ellas al transcurrir un mes (mes I) y cuatro meses (mes IV) desde su congelación.

De igual forma, se estudiaron las espinacas congeladas comerciales (1., 2. y 3.) durante los meses I, II, III y IV. Este esquema de trabajo se siguió para los dos lotes adquiridos con un intervalo de tres meses entre el análisis de ambos lotes. Se ha denominado mes I, a aquél en que se realizó la compra de las espinacas y se cocieron por primera vez.

El día del análisis y para cada muestra en estudio, tanto comerciales como experimentales, se tomaron 3 bloques de aproximadamente 400 g de peso. De cada uno de ellos, se separó una cuarta parte de la pieza que se atemperó y homogeneizó para el análisis de las "espinacas crudas". Se ha denominado espinaca

cruda a las muestras para análisis en estado crudo y congelado, hasta que se cuecen.

Las tres cuartas partes restantes de los tres bloques congelados se cocieron un tiempo de 5 minutos con agua (1 litro) y NaCl (5 g). Después de escurrir durante 5 minutos las espinacas cocidas, se obtuvo lo que se ha denominado "producto sólido cocido", el cual se atemperó y homogeneizó para sus posteriores análisis, así como el "líquido de cocción" que fue filtrado, atemperado, medido y completado a 1 litro con agua destilada.

A continuación, tanto el producto sólido cocido como el líquido de cocción se dividieron en porciones, que se introdujeron en bolsas de plástico herméticas y tubos de plástico graduados, respectivamente; 4 de estas porciones de sólido y líquido, se conservaron en refrigeración y otras 5 de ellas, en congelación.

Posteriormente, se siguió con el plan de trabajo trazado, es decir, se realizaron los análisis de las porciones de muestras refrigeradas y congeladas a distintos días de la cocción y a lo largo de un mes (cuadro n°5).

Para cada lote de espinacas comerciales la obtención de muestra y su análisis se realiza los meses I, II, III y IV y para las experimentales los meses I y IV.

En el cuadro n°6 se reflejan las abreviaturas empleadas en la descripción de las muestras de espinacas, y en los esquemas

nº6 y nº7 se recoge la marcha analítica seguida para las muestras de espinaca y las determinaciones analíticas realizadas en dichas espinacas, respectivamente.

Cuadro nº5. Denominación de las muestras de espinacas cocidas, en función de los días transcurridos en refrigeración o congelación desde su cocción.

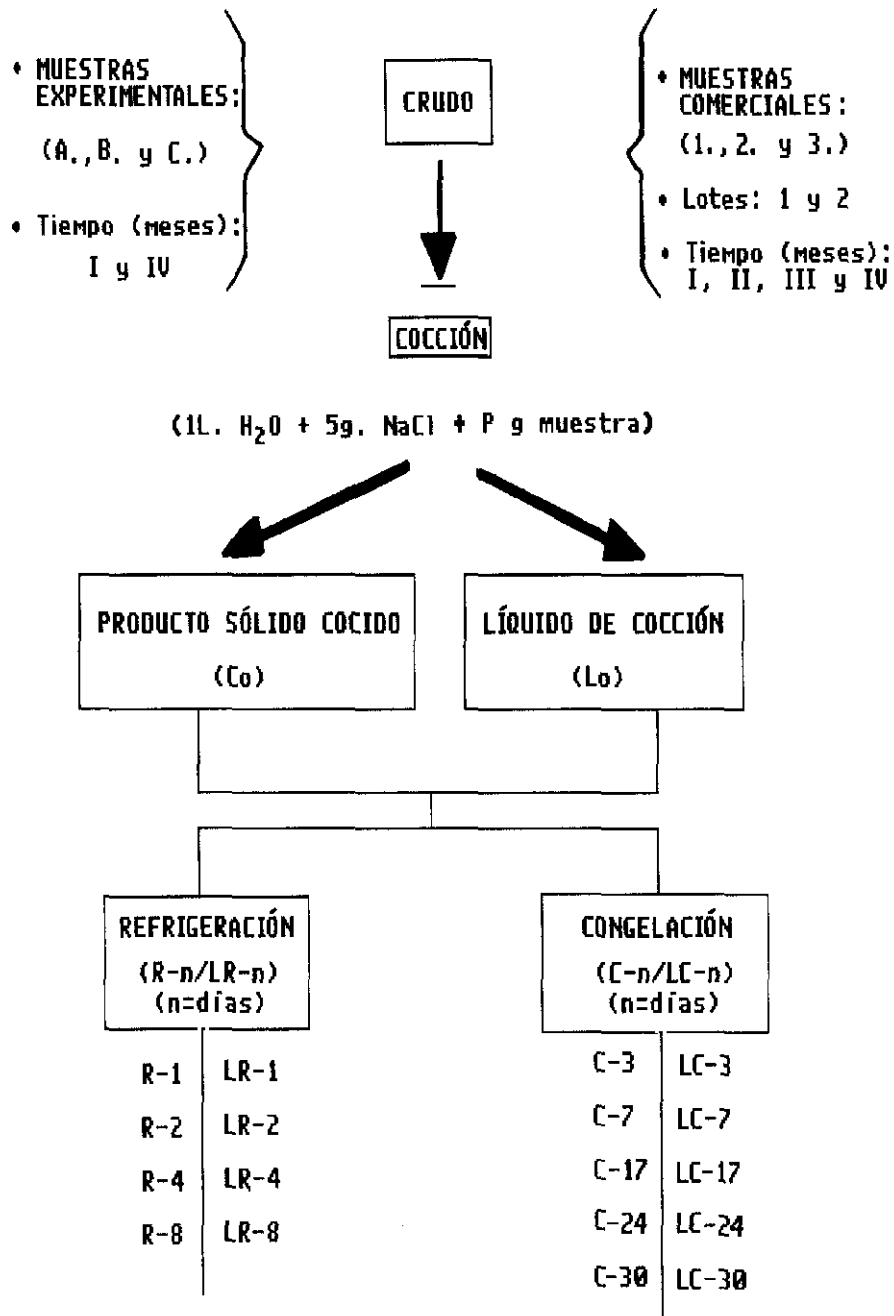
Refrigerados (R)	Días desde la cocción
	0
1°R = R-1	1
2°R = R-2	2
3°R = R-4	4
4°R = R-8	8
Congelados (C)	
1°C = C-3	3
2°C = C-7	7
3°C = C-17	17
4°C = C-24	24
5°C = C-30	30

Cuadro n°6. Abreviaturas empleadas en la descripción de las muestras de espinacas

MUESTRAS COMERCIALES	Lotes		Tiempo de almacenamiento (meses)	
	1º	2º		
1.	1	2	• I	
2.			• II	
3.			• III	
			• IV	
MUESTRAS EXPERIMENTALES	Escaldado		Líquido de enfriamiento	Tiempo de Almac. (meses)
	Sólido	Líquido		
A.	E	LE	LF	• I
B.				• IV
C.				

MUESTRAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES					
Cocción		Producto sólido cocido (n = días)		Líquido de cocción (n = días)	
Producto sólido	Líquido	Refrigerado (R-n)	Congelado (C-n)	Refrigerado (LR-n)	Congelado (LC-n)
Co	Lo	• R-1	• C-3	• LR-1	• LC-3
		• R-2	• C-7	• LR-2	• LC-7
		• R-4	• C-17	• LR-4	• LC-17
		• R-8	• C-24	• LR-8	• LC-24
			• C-30		• LC-30

Esquema nº6. Marcha analítica seguida para las muestras comerciales y experimentales



3.3.- MÉTODOS DE ANÁLISIS

En todas las muestras de espinacas, tanto experimentales como comerciales, se realizan las siguientes determinaciones, en diferentes puntos del muestreo (esquema nº7):

3.3.1.- Nitritos y nitratos.

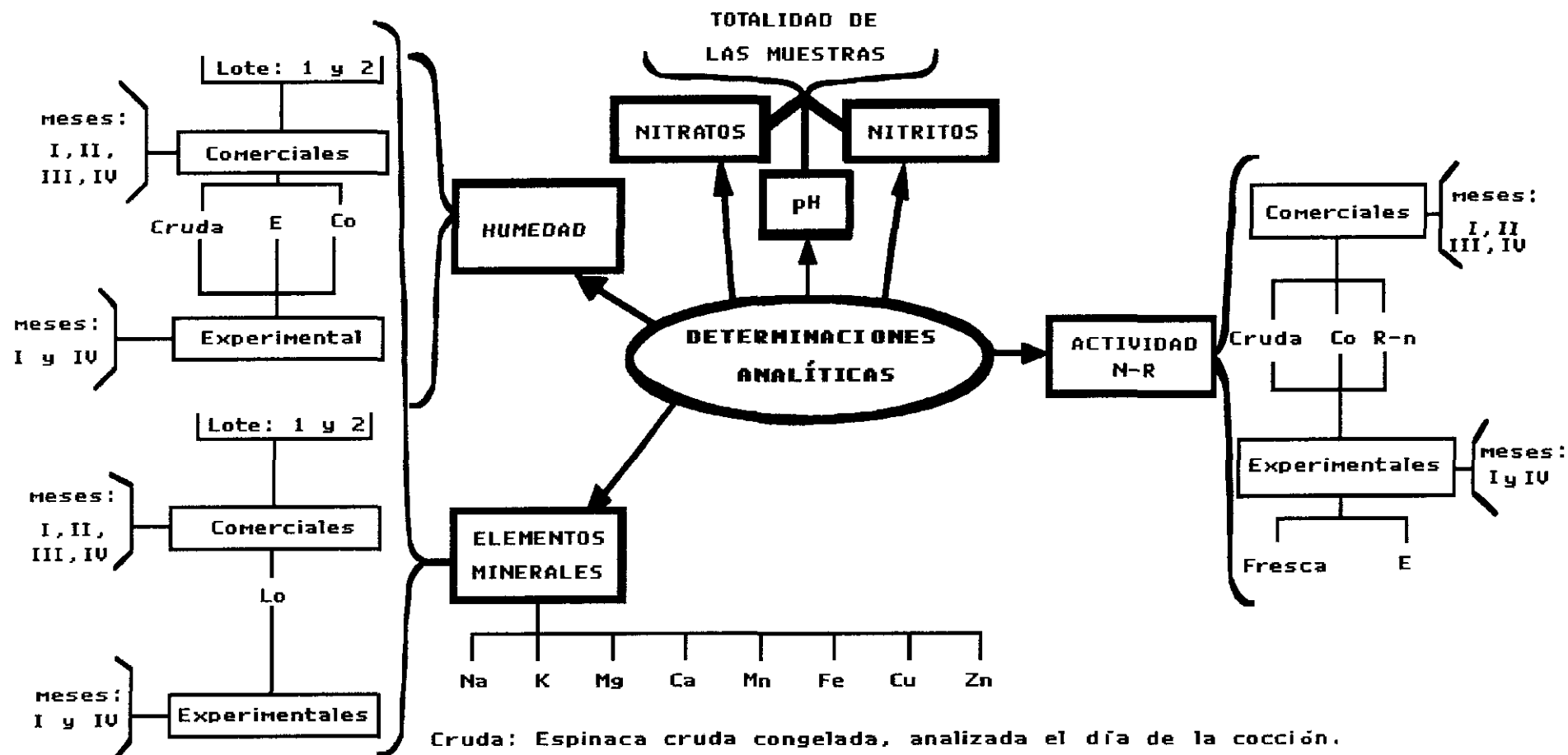
3.3.2.- Actividad nitrato-reductasa.

3.3.3.- pH.

3.3.4.- Humedad.

3.3.5.- Elementos minerales.

Esquema n°7. Determinaciones analíticas realizadas en las espinacas comerciales y experimentales



Cruda: Espinaca cruda congelada, analizada el día de la cocción.

Fresca: Espinacas experimentales, adquiridas en un mercado de abasto, lavadas.

E: Espinacas experimentales recién escaldadas.

Co: Producto sólido cocido, analizado el día de la cocción.

Lo: Líquido de cocción, analizado el día de la cocción.

R-n: Producto sólido cocido y refrigerado, durante n días (4 y 8 días).

3.3.1.- NITRITOS Y NITRATOS

Los métodos seleccionados para la determinación de nitritos y nitratos están basados en las normas AFNOR NF.V.04.409 y NF.V.04.410 (1974) modificadas por Bosch Bosch (1985) y García Mata (1985).

3.3.1.1.- Fundamento

La determinación cuantitativa de los nitritos está basada en la reacción de Griess y consiste en la medida espectrofotométrica del derivado azoico formado al reaccionar el nitrito con una amina primaria, (sulfanilamida), en medio ácido y, posteriormente con un compuesto aromático (N-naftiletilendiamina).

La cuantificación de nitratos se lleva a cabo mediante su reducción a nitritos, para lo que se emplea una columna de cadmio metálico esponjoso, y posterior determinación de los nitritos totales. Por diferencia entre éstos y los nitritos iniciales de las muestras, se calcula el contenido de nitratos de las mismas.

Previamente, es necesario efectuar la extracción en caliente y en medio alcalino de los nitritos y nitratos de las muestras, seguida de clarificación y filtrado.

3.3.1.2.- Marcha analítica

La marcha analítica queda reflejada en el esquema nº 6

3.3.1.2.1.- Pruebas previas a la toma de muestras

Con el fin de poder considerar a los distintos bloques individuales, que constituyen parte de un mismo lote, como muestra representativa de la totalidad de cada lote, se ha procedido a realizar las pruebas necesarias para determinar la homogeneidad y distribución de los nitratos en los bloques.

Para el estudio de la homogeneidad de dichas sales en los bloques, se analizan éstas en 10 envases diferentes de un mismo lote.

Para observar la distribución de los nitratos, se toman dos bloques de un mismo lote, y se dividen cada uno en cuatro fracciones de un peso similar, las cuales se analizan. Estas pruebas se realizan para las tres marcas comerciales.

Tras el estudio de estos resultados (tablas nº2 y nº3) se procedió a la preparación y toma de la muestra tal y como se indica en el siguiente apartado.

3.3.1.2.2.- Preparación y toma de la muestra

Tal y como se indicó anteriormente, se toman tres bloques de cada lote de aproximadamente 400 g cada uno, de los cuales se separa para el análisis de las espinacas en crudo 1/4 de cada bloque con pesos aproximados de 100 g, se atemperan y homogeneizan utilizando una trituradora convencional, y del conjunto se pesan 5 g para el análisis que se realiza en cada caso por triplicado.

Con el resto de las partes de los bloques (3/4 partes) se procede a la cocción. Para ello, se pone a calentar una olla con 1 litro de agua de la red de abastecimiento general y 5 g de NaCl; cuando el agua rompe a hervir, se introducen los bloques congelados y desde el momento en el que vuelve a hervir, se mantiene el producto cociendo durante 5 minutos con el recipiente tapado parcialmente. Esta forma de cocción de las espinacas se realiza según las indicaciones del fabricante, descritas en el envase de las espinacas comerciales.

Finalizada la cocción, se enfría rápidamente durante 5 minutos. A continuación, se separa el producto cocido mediante filtración a través de un colador convencional, se deja escurrir un tiempo de 5 minutos y se recoge todo el líquido de cocción.

Después de homogeneizar el producto cocido, se toman 3 fracciones de 5 g para la determinación de las sales nitrogenadas, y el resto se divide en 9 porciones de aproximadamente, 50 g cada una, las cuales se envasan en 9 bolsas de plástico con cierre hermético.

El líquido de cocción atemperado y medido, se filtra y completa con agua hasta un litro, para igualar los distintos volúmenes de cocción obtenidos con las diferentes muestras. De este líquido se toman tres alícuotas de 10 ml para el análisis por triplicado de los nitritos y nitratos, y el resto se divide en 9 fracciones de aproximadamente, 40 ml cada una, las cuales se guardan en 9 tubos de plástico graduados.

A continuación, 4 bolsas y 4 tubos se conservan en refrigeración a 4 °C y las restantes bolsas y tubos, en congelación a -18 °C, para los análisis posteriores según los tiempos establecidos (cuadro nº5).

El día de análisis correspondiente a las muestras refrigeradas, se dejan atemperar durante 30 minutos. Cuando se trata de muestras congeladas, se dejan descongelar la noche anterior en frigorífico a 4 °C, y se atemperan durante 30 minutos, al día siguiente, antes del análisis.

Cuando las muestras están a temperatura ambiente, se pesarán aproximadamente 5 g de producto y se medirán 10 ml de líquido de cocción. A estas muestras se les aplicó la técnica para determinar los nitritos y nitratos. Todas las pruebas se realizan por triplicado.

3.3.1.2.3.- Extracción de los compuestos nitrogenados

La muestra (5 g ó 10 ml) se introduce en un matraz aforado de 200 ml y se añaden 5 ml de solución saturada de borax para conseguir un pH próximo a 8. Con este medio alcalino se intenta favorecer la estabilidad del nitrito, e impedir su destrucción.

Asimismo, se adicionan 100 ml de agua destilada a una temperatura superior a 70 °C; y se introduce el matraz en un baño maría de agua hirviendo durante 15 minutos y se agita varias veces en este período de tiempo. A continuación, se enfría el matraz hasta alcanzar la temperatura ambiente.

3.3.1.2.4.- Clarificación

Al líquido anterior, se le añaden sucesivamente 2 ml de Carrez I (acetato de cinc) y 2 ml de Carrez II (ferrocianuro potásico), con agitación vigorosa después de cada adición.

Ambos reactivos deben emplearse en el orden indicado, ya que el ferrocianuro potásico, adicionado sólo, provoca la desaparición del nitrito (Frouin y col., 1980).

A continuación, se completa el volumen de 200 ml con agua destilada y después de agitar se mantiene en reposo durante 30 minutos.

Transcurrido este tiempo, se filtra a través de papel de filtro de pliegues, exento de nitritos y de nitratos, y se obtiene el líquido filtrado a partir del cual se realizarán las determinaciones cuantitativas de ambas sales nitrogenadas.

3.3.1.2.5.- Determinación de nitritos

En un matraz aforado de 100 ml se introduce una alícuota del líquido filtrado medida con exactitud (V_1) y agua destilada hasta un volumen aproximado de 60 ml.

A continuación, se añaden sucesivamente 10 ml de sulfanilamida (Solución I) y 6 ml de ácido clorhídrico (Solución II), se agita y se deja en reposo durante 5 minutos en la oscuridad y a temperatura ambiente.

Una vez transcurrido el tiempo, se adicionan 2 ml de clorhidrato de N-naftil-1-etilendiamina (Solución III), se agita y se mantiene a temperatura ambiente, en oscuridad y en reposo durante 15 minutos. Se completa con agua destilada hasta el enrase. Se agita y se mide la absorbancia de la solución coloreada en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 538 nm, frente a un "blanco" elaborado con los reactivos de color.

3.3.1.2.6.- Determinación de nitratos

Se introduce un volumen (V_2) del líquido filtrado, obtenido anteriormente, en el embudo reservorio situado en la parte

superior de la columna de cadmio (figura nº5), debido a que se precisa un medio alcalino adecuado para la reducción, se añaden simultáneamente 5 ml de solución tampón amoniacal de $\text{pH} = 9,6-9,7$.

Cuando ya ha pasado a través de la columna todo el líquido depositado en el reservorio, se adicionan en el mismo embudo, volúmenes de 25 ml aproximados de agua destilada.

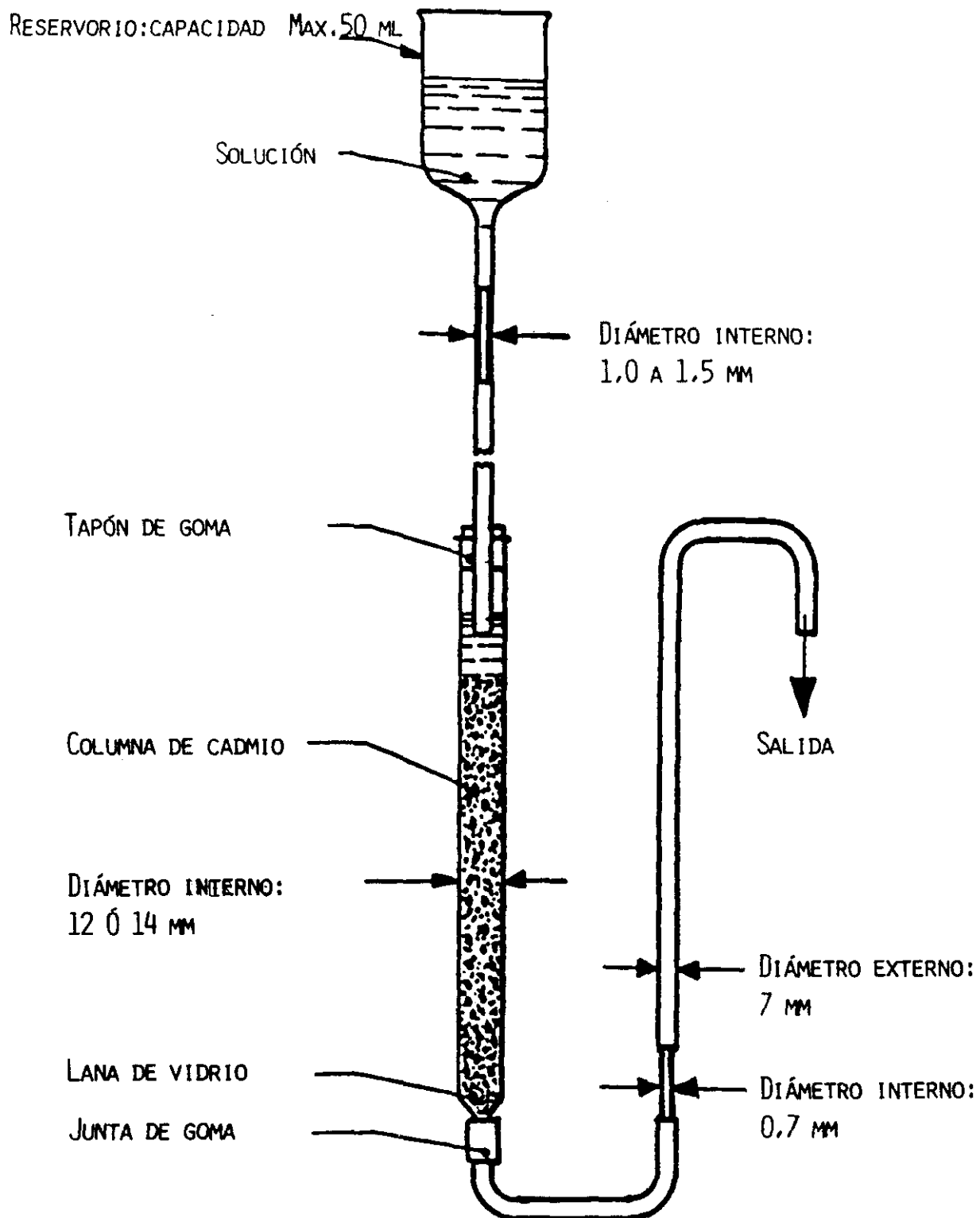
Los líquidos eluidos en la columna se recogen en un matraz aforado de 100 ml, hasta conseguir un volumen próximo a la señal de enrase de los 100 ml, y se completa después a este volumen con agua destilada.

De estos líquidos reducidos se toma un volumen (V_3) en el que se determinan los nitritos totales por el método espectrofotométrico descrito, anteriormente en el apartado 3.3.1.2.5.

3.3.1.2.7.- Determinación de nitritos y nitratos en el agua de la red de abastecimiento general

Cuando se cuece la muestra se utiliza 1 litro de agua de la red, por lo que paralelamente se lleva a cabo, por los mismos métodos, la determinación de los contenidos de nitritos y nitratos en dicha agua.

Figura nº 5.- COLUMNA PARA LA REDUCCIÓN DE NITRATOS



3.3.1.3.- Estudio del método de análisis

Tras numerosos estudios de investigación de nitritos y nitratos en productos hortícolas, se sabe que el método utilizado para la determinación de estas sales nitrogenadas es exacto y preciso.

En este trabajo se han realizado las siguientes pruebas:

a) Control del poder reductor del cadmio metálico

b) Curva de calibración espectrofotométrica:

b.1.- Para el nitrito sódico.

b.2.- Para el nitrato potásico reducido a nitrito.

3.3.1.3.1.- Control del poder reductor del cadmio metálico

Previamente a cada una de las determinaciones analíticas de nitrato se repite "el pretratamiento del cadmio" contenido en la columna, antes de utilizar ésta como medio reductor.

Esta fase consiste en hacer pasar a través del cadmio, 25 ml de ácido clorhídrico 0,1 N, seguido de dos fracciones, de 25 ml cada una, de agua destilada y de 25 ml de solución tampón amoniacal ($\text{pH} = 9,6-9,7$).

Con el fin de controlar la eficacia de las columnas, es preciso realizar un "control periódico de la capacidad reductora del cadmio metálico". Para ello, se hacen pasar a través de la columna 20 ml de una solución patrón de nitrato potásico (Merck) preparada a una concentración tal, que tras su reducción completa

se obtenga una solución que, diluida convenientemente, contenga 1 $\mu\text{g/ml}$ de nitrito sódico.

El poder reductor del cadmio metálico debe ser próximo al 100% en todas las columnas utilizadas. Si en su caso, la capacidad reductora no es la adecuada, se procede a la "reactivación del cadmio". Para ello, se pone en contacto con una solución de ácido clorhídrico 2 N, durante un minuto, aproximadamente y se lava después, con varias fracciones de agua destilada, para eliminar dicho ácido. A continuación, se realiza de nuevo el control del poder reductor para comprobar que la reactivación del cadmio ha sido completa.

3.3.1.3.2.- Curvas de calibración espectrofotométrica

3.3.1.3.2.1.- Recta de calibración para nitrito sódico

Se construye a partir de una solución de nitrito sódico (Merck, Calidad pro análisis) preparada al 0,1% (P/V). Se transfieren 5 ml de esta disolución a un matraz aforado de 1.000 ml y se completa el volumen con agua destilada para obtener una solución de 5 $\mu\text{g/ml}$ de NaNO_2 .

A partir de la solución anterior, se preparan soluciones patrón de concentraciones comprendidas entre 0,05 y 1,00 $\mu\text{g/ml}$. Para ello, se transfieren volúmenes de 1, 2, 3, 5, 8, 10, 12, 15, 18 y 20 ml de la solución madre a los correspondientes matraces aforados de 100 ml, se adiciona agua destilada hasta un volumen

aproximado de 25 ml y se añaden, en el orden indicado los reactivos de color, es decir, las soluciones I, II y III. Se completa el volumen con agua destilada.

Se obtienen así, soluciones coloreadas cuyas absorbancias medimos en el espectrofotómetro seleccionando una longitud de onda de 538 nm.

La recta de regresión correspondiente a la escala elaborada para las concentraciones de las soluciones patrón de nitrito sódico y las absorbancias leídas en el espectrofotómetro queda reflejada en la gráfica nº1, y se define mediante la siguiente ecuación:

$$A = 0,7628 \cdot C + 0,00709$$

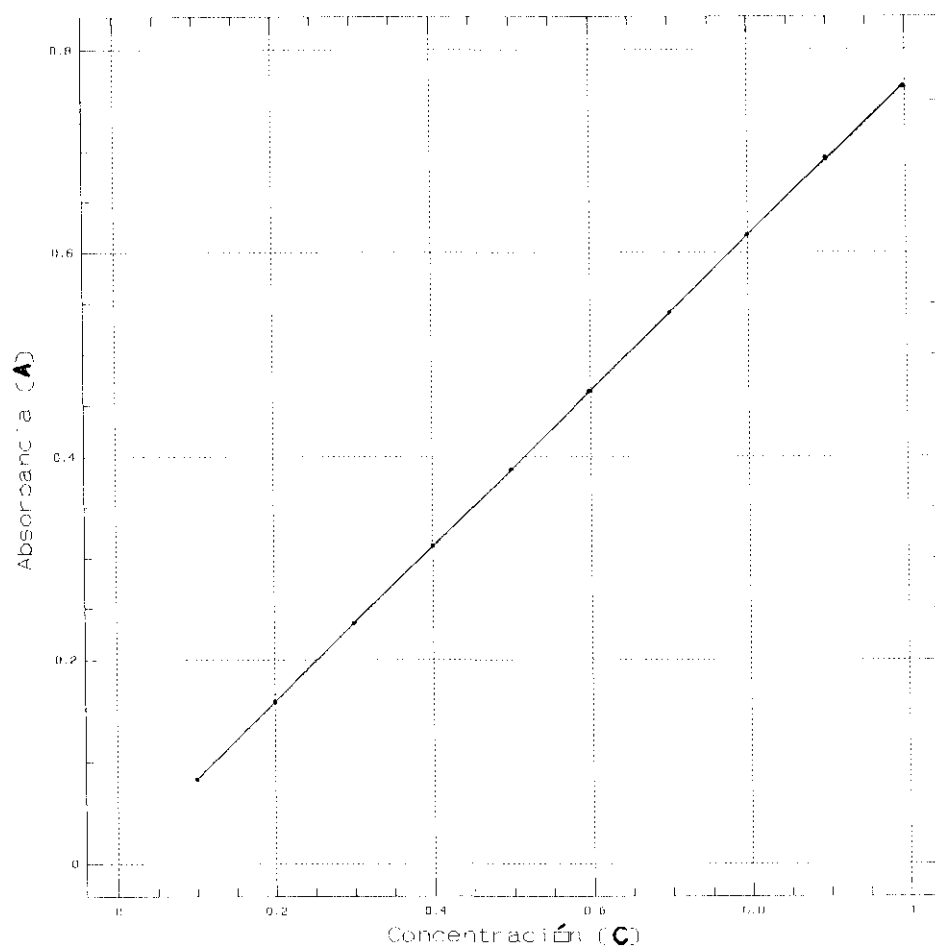
Siendo: C = Concentración de nitrito sódico ($\mu\text{g/ml}$).

A = Absorbancia.

El coeficiente de correlación (r) obtenido es igual a 0,9998.

Los límites de detección están comprendidos entre 0,1 y 1,0 $\mu\text{g NaNO}_2/\text{ml}$ en la solución final coloreada.

Gráfica nº1. Recta de calibración para nitrito sódico



3.3.1.3.2.2.- Recta de calibración para nitrato potásico reducido

Se construye a partir de una solución de KNO_3 (Merck, Calidad pro análisis) preparada al 0,1465% (P/V). Se transfieren diferentes volúmenes comprendidos entre 2 y 10 ml, medidos exactamente de esta solución madre a los correspondientes matraces aforados de 100 ml y se completa el volumen con agua destilada.

De cada una de estas soluciones, se toman 10 ml que, junto con la solución tampón amoniacal de $\text{pH} = 9,6-9,7$, se hacen pasar a través de las columnas de cadmio metálico esponjoso. Los líquidos eluidos se recogen en matraces aforados de 100 ml y se procede de igual forma que en las muestras.

Se transfieren 10 ml de cada una de las soluciones a una segunda serie de matraces aforados de 100 ml y se realiza la determinación analítica del nitrito, procedente de la reducción del nitrato, según se indica en el apartado 3.3.1.2.5.

La recta de regresión resultante de relacionar la escala elaborada entre 0,2 y 1,0 $\mu\text{g/ml}$ de las soluciones patrón de nitrato potásico reducido (expresadas en nitrito sódico) y las absorbancias leídas en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 538 nm, queda reflejada en la gráfica nº2, y se define mediante la ecuación:

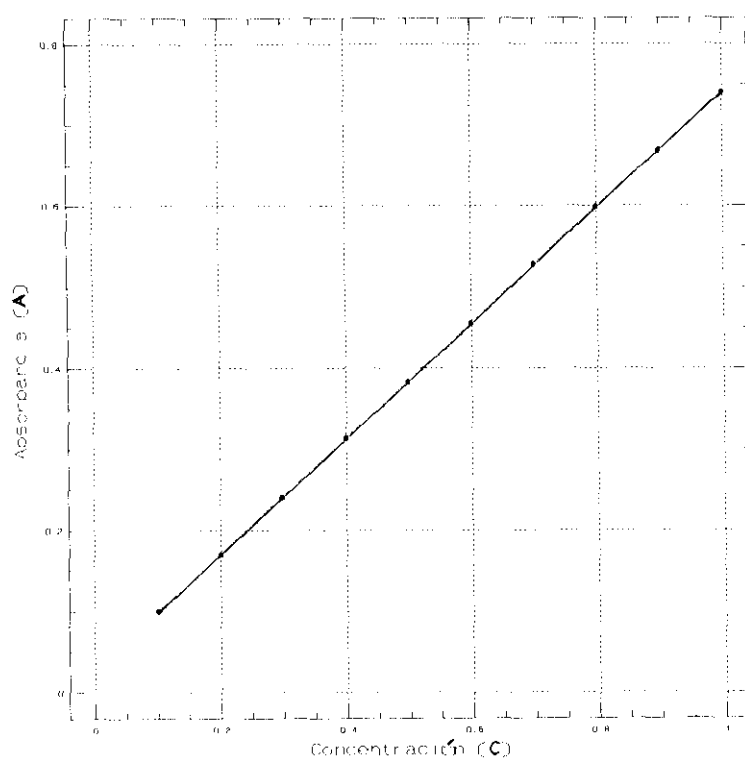
$$A = 0,7129 \cdot C + 0,0269$$

Siendo: C = Concentración de NaNO_2 en $\mu\text{g/ml}$.

A = Absorbancia.

El coeficiente de correlación (r) es igual a 0,9986.

Gráfica nº2. Recta de calibración de nitrato potásico reducido.



3.3.1.4.- Cálculos

3.3.1.4.1.- Nitritos

3.3.1.4.1.1.- Producto sólido

La cuantificación de nitritos en la muestra sólida se expresa en miligramos de nitrito sódico por kilo, calculado según la siguiente fórmula:

$$mg \text{ NaNO}_2 / Kg = \frac{C \cdot 2 \cdot 10^4}{V_c \cdot P}$$

Siendo: C = Concentración de nitrito sódico expresado en $\mu\text{g/ml}$ obtenida de la ecuación de la recta de calibración (gráfica n°1).

V_c = Volumen del líquido extractivo, en ml.

P = Peso de la muestra, en g.

3.3.1.4.1.2.- Líquido de cocción

Se han cuantificado los nitritos en el líquido de cocción y se expresa en miligramos de nitrito sódico por litro, calculado según lo indicado:

$$mg \text{ NaNO}_2 / L = \frac{C' \cdot 2 \cdot 10^3}{V_c'}$$

Siendo: C' = Concentración de nitrito sódico expresado
en $\mu\text{g/ml}$ obtenida de la ecuación de la
recta de calibración (gráfica nº1).

V_c' = Volumen del líquido extractivo, en ml.

3.3.1.4.2.- Nitrate reducido

3.3.1.4.2.1.- Producto sólido

La cuantificación de nitratos en la muestra se expresa en

- miligramos de nitrato potásico por kilo de producto cocido (B)
- miligramos de nitrato potásico en el producto cocido tras cocer 1 Kg de muestra cruda congelada (T)
- miligramos de nitrato potásico en la muestra cruda tras cocer 1 Kg de muestra fresca (Z). Este valor sólo se calcula en las espinacas experimentales frescas.

Se han calculado según las siguientes fórmulas:

$$B = \left(\frac{C_1 \cdot 10^5}{V_1 \cdot P} - \frac{C \cdot 2 \cdot 10^4}{V_c \cdot P} \right) \cdot 1,465$$

$$T = \frac{B \cdot Y}{1000}$$

donde $y = \frac{1000 \cdot g \text{ del producto cocido}}{g \text{ muestra usada para cocer}}$

Además, en las espinacas frescas (A., B. y C.), escaldadas en el laboratorio:

$$Z = X \cdot T$$

donde $X = g \text{ cruda/Kg fresca} = \frac{1000 \cdot \text{Peso muestra cruda}}{\text{Peso muestra fresca}}$

Siendo: $C =$ Concentración de NaNO_2 , en $\mu\text{g/ml}$

obtenida de la ecuación de la recta de calibración (gráfica n°1).

$C_1 =$ Concentración de NaNO_2 , en $\mu\text{g/ml}$

obtenida de la ecuación de la recta de calibración (gráfica n°2) (correspondiente a nitrato reducido).

$P =$ Peso de muestra, en g.

$V_e =$ Volumen del líquido extractivo, en ml.

$V_1 =$ Volumen del líquido extractivo y reducido, en ml.

$y =$ Peso de muestra cocida, teniendo en cuenta el peso de muestra congelada que se coció, en g.

$X =$ Peso de muestra cruda, en g.

1,465 = Relación entre los pesos moleculares de
KNO₃ y de NaNO₂.

Muestra cruda = Muestra de espinaca en estado crudo y congelada hasta la cocción.

Muestra fresca = Muestra de espinaca lavada, antes de sufrir el escaldado experimental.

3.3.1.4.2.2.- Líquido de cocción

La cuantificación de nitratos en el líquido de cocción se expresa en:

- miligramos de nitrato potásico por litro de caldo (D).
- miligramos de nitrato potásico cedidos al caldo por kilo de muestra cruda congelada (E).

Calculados según las siguientes fórmulas:

$$D = \left(\frac{C_2 \cdot 10^4}{V_2} - \frac{C' \cdot 2 \cdot 10^3}{V_c'} \right) \cdot 1,465$$

$$E = \frac{D \cdot 1000}{F_1}$$

Siendo: C' = Concentración de nitrito sódico, en µg/ml, obtenida de la ecuación de la recta de calibración (gráfica nº1).

C_2 = Concentración de nitrito sódico, en $\mu\text{g/ml}$, obtenida de la ecuación de la recta de calibración (gráfica nº2) (correspondiente a nitrato reducido).

V_c' = Volumen del líquido extractivo, en ml.

V_2 = Volumen del líquido extractivo y reducido, procedente de la reducción de nitratos, en ml.

P_1 = Peso de muestra cruda congelada para cocer, en g.

1,465 = Relación entre los pesos moleculares de KNO_3 y de NaNO_2

Se ha expresado en tanto por ciento la cesión de las sales nitrogenadas contenidas en la muestra sólida y cedidas al líquido de cocción (%C), y calculada según la expresión siguiente:

$$\%C = \frac{E \cdot 100}{T}$$

Siendo: %C = % de Cesión de nitratos de la muestra cruda al líquido de cocción.

E = mg de KNO_3 cedidos al caldo por Kg de muestra cruda congelada.

T = mg de KNO_3 en el producto cocido, tras cocer 1 Kg de muestra cruda congelada.

3.3.1.4.2.3.- Ingesta diaria de nitratos en relación a la dosis diaria admisible (D.D.A.)

La ingesta diaria de nitratos procedente de las espinacas analizadas se ha calculado según las siguientes fórmulas:

- Nitratos procedentes del producto fresco/crudo:

$$\% \text{ de D.D.A.} = \frac{A \cdot 200}{386 \cdot 10}$$

Siendo: D.D.A. = Dosis Diaria Admisible.

A = mg KNO₃ por Kg de producto fresco o crudo.

200 = Ración de espinacas, en g/día.

386 = Dosis diaria admisible, en mg KNO₃/peso tipo=65 Kg/día, según FAO/OMS (1978).

- Nitratos procedentes del producto sólido cocido:

$$\% \text{ de D.D.A.} = \frac{B \cdot 200}{386 \cdot 10}$$

Siendo: B = mg KNO₃ por Kg de producto cocido.

* El resto de las variables significan lo mismo que en el apartado anterior.

- Nitratos procedentes del líquido de cocción:

$$\% \text{ de D.D.A.} = \frac{D \cdot 150 \cdot V}{386 \cdot 10 \cdot V}$$

Siendo: D.D.A. = Dosis Diaria Admisible.

D = mg KNO₃ por litro de caldo.

150 = Ración de caldo de cocción de espinacas,
en ml.

386 = Dosis diaria admisible, en mg KNO₃/peso
tipo=65 Kg/día, según FAO/OMS (1978).

V = Volúmen de caldo obtenido tras la cocción
con 1 litro de agua, en ml.

* Agua de la red de abastecimiento general

Se encontraron cantidades de trazas de nitratos y nitritos, por lo que no se pudieron cuantificar ni calcular resultados finales.

3.3.2.- ACTIVIDAD ENZIMÁTICA NITRATO-REDUCTASA

3.3.2.1.- Fundamento

El fundamento e importancia del método de determinación de la actividad nitrato-reductasa (A.N-R), descrito por Jaworski en

1971, estriba en su función catalizadora en la reducción de los nitratos a nitritos, que posteriormente, pasarán a forma amoniacal, forma de asimilación del nitrógeno. Esta reducción se favorece por el uso de propanol y otros solventes orgánicos adicionados al medio de incubación.

Dicho método está basado en la reacción colorimétrica que consiste en la formación de un colorante azoico al reaccionar el nítrito liberado por la acción de la nitrato-reductasa sobre el nitrato que existe en los tejidos, con la sulfanilamida y el α -naftol o alguno de sus derivados.

3.3.2.2.- Plan de trabajo

Se determina la actividad enzimática nitrato-reductasa en las espinacas experimentales frescas lavadas, en las escaldadas y en éstas congeladas durante 24 horas.

Estas muestras (A., B. y C.), así como las muestras congeladas comerciales (1., 2. y 3., los dos lotes) se analizan en estado congelado, es decir como crudas congeladas, y una vez cocidas (Co). Debido a los resultados obtenidos de cantidades "Traza" o ausencia, en todos los casos, se decidió estudiar las actividades enzimáticas de la cadena analítica especificada en el esquema n°7, sólo en los 3^{er} y 4^o refrigerados (R-4 y R-8); ya que son las muestras que por su estado físico alterado, es decir con actividad bacteriana, presentaban en la mayoría de los casos cantidades cuantificables de nitritos.

3.3.2.3.- Marcha analítica

La marcha analítica queda reflejada en el esquema nº6.

3.3.2.3.1.- Toma y preparación de la muestra

En las muestras experimentales y comerciales crudas congeladas se procede a trabajar manteniéndolas en este estado; para ello se toma de los distintos bloques y de diferentes zonas de éstos una cantidad suficiente de muestra que se deposita en un mortero introducido en baño de hielo. Se machaca suavemente con cuidado de no romper los tejidos y se toman P gramos de muestra que se introducen en el medio de incubación correspondiente.

También, cuando se procede al análisis durante los diferentes meses, de las muestras cocidas (Co) y refrigeradas, durante 4 y 8 días (R-4 y R-8), se atemperan y se pesan P gramos que se introducen en el medio de incubación.

Los análisis se hacen por triplicado en todos los casos.

3.3.2.3.2.- Determinación de la actividad nitrato-reductasa

Los P gramos de muestra preparados como se indica anteriormente en el apartado 3.3.2.3.1, se depositan en un matraz erlenmeyer y se añade el medio de incubación formado por n-propanol al 5%, solución de nitrato potásico 0,02 M y por solución tampón pH = 7,0-7,5 constituida por 16 ml de solución de fosfato sódico monobásico 0,2 M más 84 ml de solución de fosfato disódico 0,2 M.

La cantidad de cada uno de los tres componentes del medio de incubación es la misma y proporcional a los P gramos de muestra.

A continuación, se tapa el matraz, para evitar la evaporación del alcohol y la interferencia del aire en la reacción enzimática, se incuba en oscuridad un tiempo de 3 horas, durante las cuales se agita periódicamente, para que el medio de incubación actúe en todos los tejidos de la muestra.

Transcurrido este tiempo, se filtra el conjunto, medio de incubación-muestra, y se toma un volumen V ml de filtrado al que se le añaden los reactivos de color (0,3 ml de Sulfanilamida al 1% en Clorhídrico 3 M y 0,3 ml de cloruro de n-1-naftil-etilendiamino al 0,02%), para determinar el nitrito liberado en el medio.

La mezcla se mantiene en oscuridad y reposo durante 20 minutos, y así se obtiene una solución coloreada rosa que se diluirá con agua destilada hasta un volumen de 10 ml.

Posteriormente, se realiza la lectura de la absorbancia a 540 nm (Jaworski, 1971; Deroche y Babalar, 1987).

A partir de la absorbancia obtenida, mediante la ecuación de la recta de calibración (gráfica nº3), y el valor del peso fresco correspondiente, se cuantifica la actividad ejercida por la nitrato-reductasa que expresamos en $\mu\text{mol NO}_2^-/\text{g peso fresco/h}$ de incubación (Clausen, 1986).

Con la finalidad de comprobar lo expuesto por Jaworski (1971) y por Clausen (1986), cuando afirman que la concentración de nitrato que se utiliza en el medio de incubación (0,02 M) no produce cambios significativos en los valores de actividad enzimática, se ha realizado, paralelamente a lo expuesto, el análisis de la muestra en un medio de incubación blanco al que no se añade solución de nitrato potásico. Tras obtener resultados de actividad nitrato-reductasa similares a los de la muestra incubada con un medio al que sí se le adiciona dicha solución, se optó por seguir las directrices analíticas indicadas anteriormente.

3.3.2.4.- Curva de calibración espectrofotométrica

Al realizar la recta de calibración de nitritos para calcular la actividad nitrato-reductasa, se emplea una solución de nitrito sódico de concentración $10\mu\text{g NO}_2^-/\text{ml}$.

Se procede a pesar 1,5 g de NaNO_2 y se diluye hasta 1000 ml con agua destilada; de esta disolución, se prepara otra al 1% V/V y se obtiene la solución de concentración $10\mu\text{g NO}_2^-/\text{ml}$, de la que se transfieren distintas alícuotas comprendidas entre 1 y 9 ml, a los correspondientes tubos de ensayo, y se completa el volumen hasta 10 ml con agua destilada.

De cada una de estas soluciones patrón de diferentes concentraciones, se toman 0,8 ml y se transfieren a otros tubos de ensayo graduados, se añaden los reactivos de color y se completa con agua destilada a 10 ml. La intensidad del color desarrollado en las soluciones se mide a 540 nm.

La recta de regresión correspondiente a la escala elaborada entre las concentraciones de las soluciones patrón de nitrito sódico y las absorbancias obtenidas, queda reflejada en la gráfica nº 3 y se define por la ecuación siguiente:

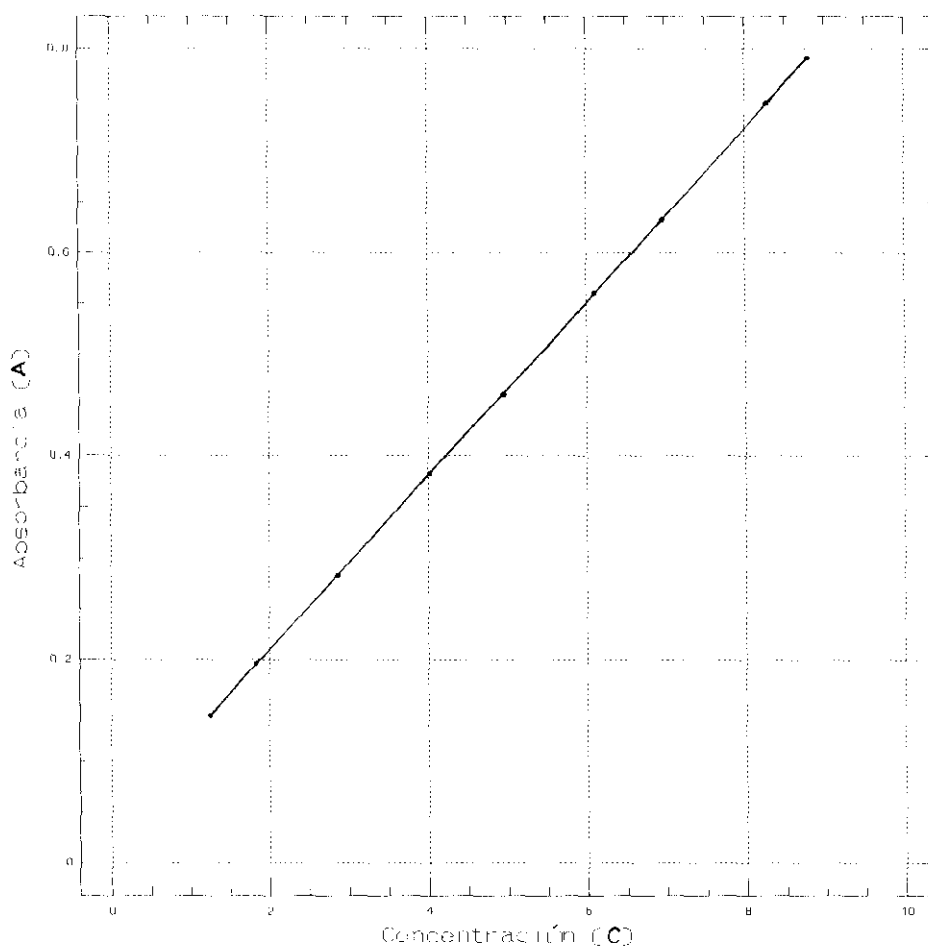
$$A = 0,0852 \cdot C + 0,0395$$

Siendo: C= Concentración de ión nitrito, en $\mu\text{g/ml}$.

A= Absorbancia leída a $\lambda=540\text{ nm}$.

El coeficiente de correlación (r) es igual a 0,9979.

Gráfica n°3. Recta de calibración de nitritos para calcular la actividad nitrato-reductasa.



3.3.2.5.- Cálculo de la actividad nitrato-reductasa

La actividad enzimática nitrato-reductasa en la muestra (A.N-R), se expresa en micromoles de NO_2^- por gramo de peso

fresco de muestra y por hora de incubación, calculado según la siguiente fórmula:

$$A.N-R = \frac{C' \cdot V}{pf \cdot 46 \cdot 3}$$

Siendo: A.N-R = Actividad enzimática nitrato-reductasa,
en $\mu\text{mol NO}_2^-/\text{g.pf/h}$.

C' = Concentración de NO_2^- , en $\mu\text{g/ml}$, obtenida
de la ecuación de la recta de calibración
(gráfica n°3).

V = Volumen del medio de incubación, en ml.

pf = Peso fresco de la muestra, en g.

46 = Peso molecular de NO_2^- .

3 = Tiempo de incubación, en horas.

3.3.3.- pH

El pH se determina según se indica en los métodos oficiales y recomendados por el Centro de Investigación y Control de la Calidad (Ministerio de Sanidad y Consumo, 1985).

Para ello, se pesan 10 g de muestra y se mezclan con 10 ml de agua destilada; tras homogeneizar, se introduce el electrodo del pHmetro y se realiza la lectura correspondiente a la muestra analizada.

En los líquidos de cocción, una vez agitados y a temperatura ambiente, se introduce el electrodo del pHmetro e igualmente que para las muestras sólidas, se realiza la lectura.

3.3.4.- HUMEDAD

El contenido de agua se analiza en las siguientes muestras:

- Espinacas comerciales (1., 2. y 3.), en el 1^{er} y 2º lote de cada marca, durante los meses I, II, III y IV en los siguientes estados:

- Crudas congeladas y cocidas

- Espinacas experimentales (A., B. y C.) en los siguientes estados:

- Frescas; escaldadas; escaldadas y congeladas durante 24 horas; crudas, transcurridos 1 y 4 meses de congelación; y cocidas durante dichos meses de análisis (I y IV).

3.3.4.1.- Descripción del método

Se aplica el método de desecación en estufa a 105°C durante aproximadamente 12 horas, hasta pesada constante (A.O.A.C., 1990).

Previamente, las muestras crudas y cocidas (conservadas en congelación hasta su análisis durante ocho días desde la cocción) se descongelan en refrigerador; posteriormente, se atemperan y se pesan alrededor de 200 g de muestra, y se extienden sobre bandejas, las cuales son introducidas en la estufa.

El contenido en agua se expresa en gramos por 100 g de muestra.

3.3.5.- ELEMENTOS MINERALES

El análisis se realiza en las muestras comerciales y experimentales indicadas en el esquema n°7.

La elección de los elementos ha sido acorde con el fin propuesto, así en el grupo de minerales analizados están los macroelementos (Na, K, Mg y Ca) y los microelementos (Mn, Fe, Cu y Zn) los cuales intervienen en funciones redox. En general, se pretende estudiar la relación entre el mayor o menor contenido de minerales y la cantidad de nitratos y nitritos que se cuantifican en las muestras analizadas.

Se lleva a cabo incinerando, en un horno eléctrico a 450°C, alrededor de 0,20 g de muestra desecada, o del residuo seco obtenido al evaporar 50 ml de líquido. Posteriormente, estas cenizas se recogen con 2 ml de HCl 50% (V/V) y 2 ml de HNO₃ 50% (V/V), y se completa el volumen hasta 50 ml con agua destilada.

La determinación de los distintos elementos traza se realiza por espectroscopía de absorción atómica (Ximenez, 1980), para lo que se utiliza un espectrofotómetro de absorción atómica. Las lámparas son de cátodo hueco; la llama se produce por la mezcla aire-acetileno y en todos los casos es oxidante. Las disoluciones patrón se preparan a partir de soluciones "madre" de 1.000 ppm con las diluciones correspondientes de cada elemento.

Para la determinación de calcio es necesaria la utilización de óxido de Lantano para eliminar las interferencias con otros elementos.

Con el fin de aumentar la sensibilidad, en aquellos casos en que las concentraciones a cuantificar eran muy pequeñas, se ha trabajado con el dispositivo de bola de impacto en lugar de la espiral de deflección de flujo de uso más frecuente.

Las condiciones de trabajo se reflejan en el cuadro nº7.

Cuadro nº7. Condiciones de trabajo en la determinación de elementos minerales.

<u>Macroelementos</u>	<u>Longitud de onda</u> (nm)	<u>Posición de rendija</u> (nm)
Sodio	330,2	0,7
Potasio	404,4	0,7
Magnesio	285,2	0,7
Calcio	422,7	0,7
<u>Microelementos</u>		
Manganeso	279,5	0,2
Hierro	248,3	0,2
Cobre	324,8	0,7
Cinc	213,9	0,7

3.3.5.1.- Cálculos

3.3.5.1.1.- Producto crudo

La cuantificación de elementos minerales en la muestra sólida, se expresa en miligramos del elemento mineral por cien gramos de producto crudo, calculado según la siguiente fórmulas:

- Para Na, K, Mn, Fe, Cu y Zn:

$$\frac{mg/100 g \text{ s.s.f.}}{P} = \frac{5 \cdot C}{P} \cdot \frac{100-H_2O}{100}$$

- Para Ca y Mg:

$$mg/100 g \text{ s.s.f.} = \frac{50 \cdot C}{P} \cdot \frac{100-H_2O}{100}$$

Siendo: C = concentración del elemento obtenida directamente de la lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica, en $\mu g/ml$.

P = peso de la muestra seca a incinerar, en g.

H₂O = porcentaje de humedad en la muestra antes de incinerar.

s.s.f. = sobre sustancia fresca.

3.3.5.1.2.- Producto cocido

Se han cuantificado los elementos minerales en la muestra sólida y los resultados se expresan en miligramos del elemento que hay en el producto cocido procedente de cien gramos de muestra cruda, y se calcula según las siguientes fórmulas:

- Para K, Mn, Fe, Cu, Zn:

$$mg/100\ g\ s.s.f. = \frac{5 \cdot C}{P} \cdot \frac{100-H_2O}{100}$$

- Para Na:

$$mg/100\ g\ s.s.f. = \frac{125 \cdot C}{P} \cdot \frac{100-H_2O}{100}$$

- Para Ca y Mg:

$$mg/100\ g\ s.s.f. = \frac{50 \cdot C}{P} \cdot \frac{100-H_2O}{100}$$

Donde las distintas variables presentan el mismo significado que en el apartado anterior.

3.3.5.1.3.- Líquido de cocción

Se han cuantificado los elementos minerales en el líquido de cocción y se expresa en miligramos del elemento mineral cedidos a un litro por cien gramos de muestra cruda, calculado según las siguientes fórmulas:

- Para K, Mn, Fe, Cu y Zn:

$$mg/L \text{ s.s.f.} = \frac{5 \cdot 10^3 \cdot C}{V_1 \cdot P}$$

- Para Na:

$$mg/L \text{ s.s.f.} = \frac{125 \cdot 10^3 \cdot C}{V_1 \cdot P}$$

- Para Ca y Mg:

$$mg/L \text{ s.s.f.} = \frac{5 \cdot 10^4 \cdot C}{V_1 \cdot P}$$

Siendo: V_1 = volumen de líquido de cocción a evaporar.

* El resto de las variables significan lo mismo que en los apartados anteriores.

3.3.6.- TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Se ha aplicado el análisis de la varianza a los resultados obtenidos tras el estudio del contenido de nitratos, nitritos, elementos minerales y valores de pH en las diferentes muestras de espinacas.

Asimismo, con el fin de realizar el estudio comparativo entre los dos tipos de espinacas analizadas, comerciales y experimentales, se ha aplicado el contraste t de Student, en cuanto a los contenidos de nitratos, entre el producto crudo y cocido de las muestras.

Además, se ha llevado a cabo el análisis de correlación lineal entre el contenido de nitritos y el valor de actividad nitrato-reductasa, en las muestras refrigeradas durante 4 y 8 días desde la cocción; entre el contenido de nitrato y elementos minerales en las muestras de espinacas crudas y entre el contenido de nitratos en las muestras en estado crudo y cocido.

3.3.7.- RELACIÓN DE MATERIAL Y REACTIVOS

3.3.7.1.- Material

- Balanza analítica Mettler AE 160 (sensibilidad 0,1mg).
- Granatario.
- Medidor de pH Crison Mod. digit 501.
- Espectrofotómetro "Pharmacia LKB - Ultrospec Plus".

- Estufa de desecación.
- Centrífuga "Gallenkamp" modelo KM106/D2107/27.
- Baños de agua hirviente: PRECISTERM S-141.
- Muflas: CSF 1100 y W.C. HERAEUS HANAU.
- Picadora convencional.
- Columnas de vidrio (figura nº5).
- Cápsulas de porcelana KPM, BERLIN ø: Ah3/0; Ah0.
- Papel de filtro, marca Albet (ø=15cm).
- Arcón congelador (LIEBHERR * ***).
- Congelador (LIEBHERR * ***).
- Refrigerador AEG ***.
- Cacerola y cestillo de acero inoxidable.
- Olla de acero inoxidable.
- Bolsas de plástico de cierre hermético para congelar.
- Tubos de plástico graduados.
- Material de uso general en laboratorio.

3.3.7.2.- Reactivos

* Todos los reactivos utilizados en las diferentes determinaciones tienen calidad "pro análisis".

3.3.7.2.1.- Nitritos y nitratos

3.3.7.2.1.1.- Extracción

- Solución saturada acuosa al 5% (P/V) de BORAX ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).

3.3.7.2.1.2.- Clarificación

- CARREZ I:

Solución al 22% (P/V) de ACETATO DE CINC, $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, en solución acuosa al 3% (V/V) de ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL (CH_3COOH).

- CARREZ II:

Solución acuosa al 10,6% de FERROCIANURO POTÁSICO $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

3.3.7.2.1.3.- Formación del Derivado Azoico

- Solución I:

Solución al 0,2% (P/V), en solución acuosa al 10% (V/V) de ÁCIDO CLORHÍDRICO (HCl , $d=1,18$).

- Solución II:

Solución acuosa al 45% (V/V) de ÁCIDO CLORHÍDRICO (HCl , $d=1,18$).

- Solución III:

Solución acuosa al 0,1% (P/V) de DICLORHIDRATO DE N-NAFTILETILENDIAMINA ($\text{C}_{10}\text{H}_7\text{-NH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2 \cdot 2\text{HCl}$).

3.3.7.2.1.4.- Reducción de nitratos a nitritos

- Solución aproximada 2 N de ÁCIDO HCl (HCl , $d=1,18$).

- Solución aproximadamente 0,1 N de ÁCIDO CLORHÍDRICO (HCl, $d=1,18$).

- Solución TAMPÓN AMONIACAL ($pH=9,6-9,7$):

Diluir 25 ml de ÁCIDO CLORHÍDRICO concentrado (HCl, $d=1,18$), en un volumen aproximado de 500 ml de agua destilada. Agitar y añadir 50 ml de HIDRÓXIDO AMÓNICO concentrado (NH_4OH , $d=0,88$), completar el volumen del matraz aforado de 1000 ml con agua destilada. Mezclar y ajustar el pH.

3.3.7.2.2.- Actividad nitrato-reductasa

- NITRATO POTÁSICO 0,02 M.

- N-PROPANOL 5%.

- TAMPÓN FOSFATO ($pH=7,0-7,5$):

- 16 ml de solución A + 84 ml de solución B.

- Solución A:

Solución acuosa de FOSFATO SÓDICO MONOBÁSICO al 2,76% (P/V).

- Solución B:

Solución acuosa de FOSFATO DISÓDICO al 6,8% (P/V).

- Solución I: SULFANILAMIDA al 1% en CLORHÍDRICO 3 M.

- Solución II: CLORHIDRATO de N-(1-NAFTIL-ETILENDIAMINO) 0,02%.

3.3.7.2.3.- Elementos minerales

3.3.7.2.3.1.- Extracción

- Solución acuosa al 50% (V/V) de ÁCIDO NÍTRICO (Merck).
- Solución acuosa al 50% (V/V) de ÁCIDO CLORHÍDRICO (Merck).

3.3.7.2.3.2.- Determinación de calcio

- Óxido de Lantano en HCl.

4.- RESULTADOS

4.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio realizado se exponen en este capítulo agrupados en tablas y gráficas.

En el análisis experimental de cada muestra se han obtenido resultados que corresponden al promedio de la determinación por triplicado.

4.1.- TABLAS GENERALES

Se han estructurado de la siguiente forma:

4.1.1.- PRUEBAS PREVIAS GENERALES

- Tabla n°1: Pruebas de variación de peso en espinacas comerciales y en las experimentales por el procesado tecnológico y culinario.
- Tablas n°2 y n°3: Pruebas de distribución de nitratos.

4.1.2.- CONTENIDO DE NITRATOS

4.1.2.1.- Espinacas comerciales (Lotes 1 y 2)

- Tablas nº4 a nº18: Crudas, cocidas y durante los procesos de conservación.

4.1.2.2.- Espinacas experimentales

- Tablas nº19 a nº28: En las distintas fases del procesado tecnológico, crudas, cocidas y durante los procesos de conservación.

4.1.3.- CONTENIDO DE NITRITOS

- Tablas nº29 a nº34: Espinacas comerciales, crudas, cocidas y durante los procesos de conservación.
- Tablas nº35 a nº38: Espinacas experimentales en las distintas fases del procesado tecnológico, crudas, cocidas y durante los procesos de conservación.

4.1.4.- ACTIVIDAD NITRATO-REDUCTASA (A.N-R)

- Tablas nº39 a nº42: Espinacas comerciales crudas, cocidas y durante la refrigeración.

- Tablas nº43 y nº47: Espinacas experimentales en las distintas fases del procesado tecnológico, crudas, cocidas y conservadas en refrigeración.

4.1.5.- VALORES DE pH

- Tablas nº48 a nº55: Espinacas comerciales crudas, cocidas y durante los procesos de conservación.
- Tablas nº56 a nº60: Espinacas experimentales en las distintas fases del procesado tecnológico, crudas, cocidas y durante los procesos de conservación.

4.1.6.- ESTUDIO DE HUMEDAD

- Tabla nº61: Espinacas comerciales crudas y cocidas.
- Tabla nº62 y nº63: Espinacas experimentales en las distintas fases del procesado tecnológico, crudas y cocidas.

4.1.7.- CONTENIDO DE ELEMENTOS MINERALES

- Tablas nº64 a nº69: Espinacas comerciales crudas y cocidas.
- Tablas nº70 a nº73: Espinacas experimentales congeladas después del escaldado, crudas y cocidas.

4.2.- TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

4.2.1.- CONTENIDO DE NITRATOS

- Tablas n°74 a n°77 y Gráficas n°4 a n°22: Análisis de la varianza aplicado al contenido de nitratos en espinacas comerciales cocidas y conservadas.
- Tablas n°78 a n°81 y Gráficas n°23 a n°33: Análisis de la varianza aplicado al contenido de nitratos en espinacas experimentales cocidas y conservadas.
- Tablas n°82 a n°85 y Gráficas n°34 a n°39: Estudio comparativo entre espinacas comerciales y experimentales de los valores de nitratos.
- Tabla n°86: Contraste t de Student aplicado sobre las diferencias del contenido en nitratos, entre el producto crudo y el cocido, de espinacas comerciales y experimentales.

4.2.2.- NITRITOS

- Tablas n°87 y n°88 y Gráficas n°40 a n°47: Análisis de la varianza aplicado a los resultados de nitritos en espinacas comerciales cocidas y refrigeradas.
- Tablas n°89 y n°90 y Gráfica n°48: Análisis de la varianza para el nitrito en espinacas experimentales cocidas y refrigeradas.

- Tablas n°91 y n°92 y Gráficas n°49 a n°52: Estudio comparativo de los valores de nitritos entre espinacas comerciales y experimentales cocidas, en función de los meses de análisis y días de refrigeración.

- Tabla n°93 y Gráficas n°53 y n°54 : Análisis de regresión lineal aplicado a los contenidos de nitritos en espinacas comerciales y experimentales, en relación a la A.N-R.

4.2.3.- VALORES DE pH

- Tablas n°94 a n°101 y Gráficas n°55 a n°63: Análisis de la varianza aplicado a los valores de pH en espinacas comerciales y en las experimentales.

4.2.4.- CONTENIDO DE ELEMENTOS MINERALES

- Tablas n°102 a n°141 y Gráficas n°64 a n°81: Análisis de la varianza aplicado a los niveles de elementos minerales en espinacas comerciales y en las experimentales.

- Tablas n°142 a n°149: Estudio comparativo entre espinacas comerciales y experimentales, en función del contenido en elementos minerales y del estado de la muestra.

- Tabla n°150: Análisis de correlación lineal para el contenido de nitratos y de elementos minerales, en espinacas comerciales y experimentales crudas.

- Tabla nº151: Análisis de correlación lineal para los contenidos de elementos minerales, en espinacas comerciales y experimentales crudas frente a las cocidas.

Tabla n°1. Variaciones de pesos en espinacas comerciales y experimentales durante el procesado tecnológico y culinario.

	PROCESADO TECNOLÓGICO			PROCESADO CULINARIO			
	FRESCAS	ESCALDADAS		Mes I		Mes IV	
	(g)	(g)	Pérdida peso (%)	*	**	*	**
MUESTRA A.	5.594,30	4.228,00	24,43	1.178,20	654,38	946,10	726,07
MUESTRA B.	6.015,30	4.503,20	25,14	1.145,00	671,87	919,00	725,32
MUESTRA C.	5.904,70	3.634,80	38,45	1.168,00	668,40	945,50	760,76

	PROCESADO CULINARIO															
	Lote 1								Lote 2							
	Mes I		Mes II		Mes III		Mes IV		Mes I		Mes II		Mes III		Mes IV	
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
MARCA 1.	963,60	927,35	1.002,63	923,87	1.032,60	923,68	1.012,20	940,45	1.164,60	949,94	1.079,50	919,60	1.119,00	941,17	1.217,40	937,24
MARCA 2.	927,10	986,06	913,07	957,53	925,00	804,40	994,30	876,79	884,00	798,41	995,60	836,98	1.021,40	818,18	948,70	843,36
MARCA 3.	1.168,00	721,91	1.352,40	768,39	1.340,30	847,57	1.340,50	842,96	888,60	761,08	974,20	721,20	983,40	874,82	898,20	804,72

* Peso en g de producto crudo utilizado en el tratamiento culinario, durante los meses del análisis.

** Peso en g de producto cocido procedente de 1 Kg del producto crudo correspondiente, durante los meses del análisis.

Tabla n°2. Contenido de nitratos en espinacas comerciales crudas (mg KNO₃/Kg).

ENVASE	MARCA 1. *	MARCA 2. *	MARCA 3. *
1	2.441,71	1.286,61	1.060,57
2	2.260,87	1.290,72	1.122,22
3	2.367,73	1.290,72	1.068,80
4	2.104,70	1.274,28	1.130,44
5	2.178,68	1.356,48	1.122,22
6	2.663,65	1.319,59	1.085,23
7	2.458,15	1.220,85	945,49
8	2.458,15	1.101,67	875,62
9	2.466,16	1.183,86	1.031,80
10	2.384,17	1.229,07	1.081,12
$\bar{X} \pm D \cdot E$ (CV%)	2.378,39 \pm 161,43 6,78	1.255,38 \pm 73,63 5,86	1.052,35 \pm 82,45 7,83

* Cada resultado procede de un envase distinto del mismo lote.

Tabla n°3. Prueba de distribución de nitratos en envases unitarios de espinacas comerciales.

MARCA 1.		MARCA 2.		MARCA 3.	
Fracciones *	Nitratos **	Fracciones *	Nitratos **	Fracciones *	Nitratos **
1	1.516,80	1	1.136,55	1	1.209,53
2	2.384,85	2	1.240,26	2	1.812,56
3	1.827,92	3	806,23	3	1.524,49
4	2.269,63	4	1.136,55	4	1.950,83
$\bar{X} \pm D \cdot E$ CV(%)	1.999,80 \pm 401,62 20,08	$\bar{X} \pm D \cdot E$ CV(%)	1.079,89 \pm 188,88 17,49	$\bar{X} \pm D \cdot E$ CV(%)	1.624,35 \pm 328,66 20,23
1	2.043,01	1	1.159,60	1	1.597,46
2	2.327,24	2	1.125,03	2	1.562,89
3	2.288,83	3	1.098,14	3	1.624,35
4	2.488,56	4	1.240,26	4	1.543,69
$\bar{X} \pm D \cdot E$ CV(%)	2.286,91 \pm 184,19 8,05	$\bar{X} \pm D \cdot E$ CV(%)	1.155,75 \pm 61,69 5,33	$\bar{X} \pm D \cdot E$ CV(%)	1.582,09 \pm 35,89 2,26

* Cada bloque se ha dividido en cuatro fracciones

** mg KNO₃/Kg

Tabla n°4. Contenido de nitratos en espinacas comerciales crudas, durante los meses del análisis (mg KNO₃/Kg).

	MARCA 1.		MARCA 2.		MARCA 3.	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
Mes I	2.662,39±56,30 2,11	2.351,08±35,83 1,52	1.320,86±37,29 2,82	1.233,18±5,81 0,47	1.085,23±32,09 2,95	1.948,31±5,81 0,29
Mes II	2.463,63±17,11 5,84	2.177,09±36,83 1,69	1.222,22±51,05 4,17	1.227,70±20,27 1,65	946,86±27,36 2,89	1.797,61±42,77 2,37
Mes III	2.460,89±190,54 7,74	2.172,98±20,27 0,93	1.101,66±78,08 7,08	1.275,65±2,37 0,18	876,99±47,99 5,47	1.763,36±23,24 1,31
Mes IV	2.468,90±65,54 2,65	2.167,50±64,24 2,96	1.185,23±64,50 5,44	1.305,79±51,38 3,93	1.031,80±12,33 1,19	1.859,26±16,60 0,89
$\bar{X} \pm D \cdot E$ C.V. %	2.513,95±99,01 3,93	2.217,16±89,36 4,03	1.207,49±90,85 7,52	1.260,58±36,98 2,93	985,22±91,93 9,33	1.842,13±81,14 4,40

Los resultados expresan ($\bar{X} \pm D \cdot E$) (CV%)

Tabla n°5. Contenido de nitratos en espinacas comerciales cocidas (producto sólido y líquido de cocción), durante los meses del análisis.

	MARCA 1.				MARCA 2.				MARCA 3.			
	Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Mes I	1.283,54±22,00 1,71	1.106,92±24,59 2,22	1.237,81±16,76 0,54	957,04±13,00 1,35	694,56±30,41 4,37	698,32±5,86 0,84	520,27±6,96 1,33	729,27±9,39 1,28	424,42±20,76 4,89	414,71±19,37 4,67	676,84±14,10 2,08	1.053,88±5,81 0,55
Mes II	1.245,80±27,38 2,19	1.208,09±55,35 4,58	1.135,27±20,81 1,83	1.001,08±3,34 0,33	573,45±9,90 1,72	569,51±17,57 3,08	572,35±7,16 1,25	771,36±35,59 4,61	462,28±20,05 4,33	436,17±21,27 4,87	570,24±14,00 2,45	979,56±3,22 0,32
Mes III	1.182,28±74,90 6,33	1.090,77±22,16 2,03	1.102,61±13,94 1,26	838,18±56,65 6,75	517,00±21,51 4,16	591,79±29,50 4,98	552,76±19,12 3,45	619,09±12,12 1,95	514,56±14,07 2,73	415,06±40,74 9,81	658,14±14,37 2,18	981,19±4,43 0,45
Mes IV	1.195,81±21,29 1,78	1.084,22±81,28 7,49	1.044,08±27,77 2,66	970,11±11,23 1,15	531,10±30,08 5,64	523,00±17,89 3,42	548,98±16,38 2,98	699,75±32,77 4,68	463,26±23,58 5,09	486,54±7,08 1,45	589,97±36,43 6,17	1.035,75±8,03 0,77
$\bar{X} \pm D \cdot E$ C·V %	1.226,85±46,62 3,80	1.122,50±57,85 5,15	1.129,94±81,20 7,18	941,60±71,37 7,58	579,02±80,67 13,93	595,65±74,20 12,45	548,59±21,47 3,91	704,86±64,29 9,12	466,13±37,00 7,93	438,12±33,80 7,71	623,79±51,65 8,28	1.012,59±37,93 3,73

* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1Kg de muestra cruda

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cocida/L

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V %)

Tabla n°6. Porcentajes de nitratos retenidos en el producto sólido cocido* y cedidos al líquido de cocción** durante la cocción en espinacas comerciales, respecto del contenido medio de estas sales en las muestras crudas.

MARCA 1.				MARCA 2.				MARCA 3.			
Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2	
Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
51,19	44,65	49,03	42,46	52,04	49,32	56,48	55,91	52,68	44,46	66,13	54,96

Tabla n°7. Contenido de nitratos en espinacas comerciales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 1.-lote 1

MARCA 1.-Lote 1								
	Mes I		Mes II		Mes III		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	2.662,39±56,30 2,11		2.463,63±17,11 5,84		2.460,89±190,54 7,74		2.468,90±65,54 2,65	
Cocida	1.283,54±22,00 1,71	1.106,92±24,59 2,22	1.245,80±27,38 2,19	1.208,09±55,35 4,58	1.182,28±74,90 6,33	1.090,77±22,16 2,03	1.195,81±21,29 1,78	1.084,22±81,28 7,49
R-1	1.239,83±4,03 0,32	1.156,32±24,32 2,10	1.235,68±34,24 2,77	1.239,51±2,36 0,19	1.194,94±15,80 1,32	1.017,80±94,96 9,33	1.277,01±39,08 3,06	1.174,23±12,23 1,04
R-2	1.236,34±32,39 2,62	1.173,69±34,06 2,90	1.225,55±17,54 1,43	1.244,98±40,23 3,23	1.174,69±23,19 1,97	1.072,19±112,59 10,50	1.167,48±30,20 2,58	1.070,69±53,91 5,03
R-4	1.042,34±12,10 1,16	1.163,78±4,92 0,42	1.250,68±27,00 2,15	1.169,72±26,03 2,22	338,71±21,02 6,20	1.245,99±11,94 0,95	43,36±24,27 55,97	1.123,58±16,40 1,46
R-8	105,52±11,50 10,90	1.207,86±34,67 2,87	488,61±11,86 2,42	1.191,58±55,61 4,66	162,55±55,36 34,05	538,71±32,72 6,07	50,84±47,98 94,37	1.121,25±9,32 0,83

* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1Kg de muestra cruda ** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/l *** mg KNO₃/Kg cruda
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V %)

Tabla n°8. Contenido de nitratos en espinacas comerciales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 1.-lote 2

	MARCA 1.-Lote 2							
	Mes I		Mes II		Mes III		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	2.351,08±35,83 1,52		2.177,09±36,83 1,69		2.172,98±20,27 0,93		2.167,50±64,24 2,96	
Cocida	1.237,81±6,76 0,54	957,04±13,00 1,35	1.135,27±20,81 1,83	1.001,08±3,34 0,33	1.102,61±13,94 1,26	838,18±56,65 6,75	1.044,08±27,77 2,66	970,11±11,23 1,15
R-1	1.243,02±2,25 0,18	976,45±2,69 0,27	1.149,14±26,45 2,30	951,90±16,48 1,73	1.115,51±33,79 3,02	816,31±21,59 2,64	1.178,90±3,85 0,32	979,12±4,46 0,45
R-2	1.226,11±3,90 0,31	911,75±5,67 0,62	1.074,81±17,03 1,58	988,71±2,90 0,29	1.123,25±9,73 0,86	885,96±5,18 0,58	1.076,18±51,29 4,76	795,12±17,13 2,15
R-4	1.101,17±28,15 2,55	833,53±60,00 7,19	1.101,27±7,86 0,71	983,00±7,92 0,80	1.138,72±38,74 3,40	818,61±42,43 5,18	340,40±6,27 1,84	508,98±14,64 2,87
R-8	90,93±3,83 4,21	837,64±36,26 4,32	487,35±47,98 9,84	731,49±29,90 4,08	1.070,98±54,35 5,07	732,65±70,05 9,56	75,65±20,75 27,43	450,46±26,01 5,77

* mg KNO₃ en el producto_cocido procedentes de 1Kg de muestra cruda
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V %)

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

*** mg KNO₃/Kg cruda

Tabla n°9. Contenido de nitratos en espinacas comerciales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 2.-lote 1

MARCA 2.-Lote 1								
	Mes I		Mes II		Mes III		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	1.320,86±37,29 2,82		1.222,22±51,05 4,17		1.101,66±78,08 7,08		1.185,23±64,50 5,44	
Cocida	694,56±30,41 4,37	698,32±5,86 0,84	573,45±9,90 1,72	569,51±17,57 3,08	517,00±21,51 4,16	591,79±29,50 4,98	531,10±30,08 5,64	522,99±17,89 3,42
R-1	667,89±18,59 2,78	444,90±10,23 2,30	632,51±9,90 1,56	543,26±2,59 0,47	510,39±20,99 4,11	534,03±30,32 5,67	525,10±23,99 4,57	537,45±30,44 5,66
R-2	664,15±19,47 2,93	431,23±4,70 1,09	622,01±14,22 2,28	570,26±16,89 2,96	499,39±18,41 3,68	521,44±37,19 7,13	445,81±21,11 4,73	576,72±21,47 3,72
R-4	643,94±39,79 6,17	492,92±24,71 5,01	16,65±3,49 21,00	581,52±12,39 2,13	144,39±35,70 24,73	540,69±32,06 5,93	3,48±2,44 70,28	514,03±12,62 2,45
R-8	182,58±13,67 7,48	7,43±4,10 55,18	29,86±11,01 36,89	537,90±33,16 6,16	15,17±12,73 83,90	305,70±4,92 1,61	6,77±0,42 6,28	370,31±8,19 2,21

* mg KNO₃ en el producto_cocido procedentes de 1Kg de muestra cruda ** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L *** mg KNO₃/Kg cruda
Los resultados expresan X±D·E (C·V %)

Tabla n°10. Contenido de nitratos en espinacas comerciales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 2.-lote 2

MARCA 2.-Lote 2								
	Mes I		Mes II		Mes III		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	1.233,18±5,81 0,47		1.227,70±20,27 1,65		1.275,65±2,37 0,18		1.305,79±51,38 3,93	
Cocida	520,27±6,96 1,33	729,27±9,39 1,28	572,35±7,16 1,25	771,36±35,59 4,61	552,76±19,12 3,45	619,09±12,12 1,95	548,98±16,38 2,98	699,75±32,77 4,68
R-1	477,06±8,25 1,73	739,34±24,26 3,28	568,91±34,79 6,11	775,49±2,38 0,30	579,67±18,52 3,19	826,99±14,08 1,70	418,42±22,55 5,38	840,54±81,01 9,63
R-2	458,47±12,42 2,70	714,55±9,67 1,35	598,71±15,75 2,63	706,00±62,97 8,92	541,56±18,72 3,45	738,47±15,96 2,16	488,90±15,10 3,09	761,84±1,25 0,16
R-4	492,37±5,68 1,15	719,97±9,67 1,34	595,61±28,38 4,76	718,38±10,72 1,49	577,42±28,99 5,02	656,65±23,14 3,52	0,778±0,773 99,32	542,68±75,22 13,86
R-8	463,94±6,83 1,47	748,64±2,33 0,31	183,93±43,27 23,52	406,35±5,85 1,44	556,83±28,43 5,10	653,55±10,17 1,55	212,43±9,25 4,35	1.003,84±19,33 1,92

* mg KNO_3 en el producto cocido procedentes de 1Kg de muestra cruda
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C.V %)

** mg KNO_3 cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

*** mg KNO_3 /Kg cruda

Tabla n°11. Contenido de nitratos en espinacas comerciales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 3.-lote 1

MARCA 3.-Lote 1								
	Mes I		Mes II		Mes III		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	1.085,23±32,09 2,95		946,86±27,36 2,89		876,99±47,99 5,74		1.031,80±12,33 1,19	
Cocida	424,42±20,76 4,89	414,71±19,37 4,67	462,28±20,05 4,33	436,17±21,27 4,87	514,56±14,07 2,73	415,06±40,74 9,81	463,26±23,58 5,09	486,54±7,08 1,45
R-1	414,54±14,63 3,53	388,91±12,18 3,13	483,33±8,93 1,84	459,47±24,56 5,34	551,75±13,21 2,39	547,43±9,19 1,68	501,37±7,21 1,43	513,62±2,16 0,42
R-2	373,00±7,46 2,00	485,68±15,63 3,22	428,59±34,93 8,15	447,31±16,10 3,60	508,76±9,21 1,81	490,19±14,49 2,95	426,14±5,86 1,37	493,69±2,16 0,44
R-4	167,19±7,27 4,35	471,60±12,44 2,63	61,63±11,07 17,96	418,95±67,55 16,12	162,91±4,19 2,57	541,30±6,13 1,13	197,82±5,76 2,91	422,15±16,24 3,84
R-8	0,12±0,03 30,05	466,91±3,66 0,78	39,60±22,29 54,90	423,50±25,07 5,92	131,62±5,12 3,89	535,01±15,26 2,85	146,34±2,96 2,02	430,84±18,83 4,37

* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1Kg de muestra cruda
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V %)

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

*** mg KNO₃/Kg cruda

Tabla n°12. Contenido de nitratos en espinacas comerciales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 3.-lote 2

MARCA 3.-Lote 2								
	Mes I		Mes II		Mes III		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	1.948,31±5,81 0,29		1.797,61±42,77 2,37		1.763,36±23,24 1,31		1.859,26±16,60 0,89	
Cocida	676,84±14,10 2,08	1.053,88±5,81 0,55	570,24±14,00 2,45	979,56±3,22 0,32	658,14±14,37 2,18	981,19±4,43 0,45	589,97±36,43 6,17	1.035,75±8,03 0,77
R-1	664,33±12,64 1,90	1.052,34±18,35 1,74	543,56±13,36 2,45	957,76±10,96 1,14	680,92±21,06 3,09	783,72±20,58 2,62	617,53±52,32 8,47	1.023,93±8,08 0,78
R-2	668,50±27,32 4,08	1.082,40±14,44 1,33	574,19±13,42 0,59	939,48±28,32 3,01	732,45±7,48 1,02	896,56±9,57 1,06	681,48±21,68 3,18	954,91±69,29 7,25
R-4	625,75±12,51 2,00	950,58±62,18 6,54	567,27±9,52 1,67	987,29±7,30 0,74	709,68±12,62 1,77	893,08±10,30 1,15	591,08±6,88 1,16	1.041,09±6,86 0,65
R-8	606,19±24,98 4,12	986,04±7,06 0,71	672,95±8,95 1,33	965,79±20,27 2,09	104,20±3,04 2,92	905,18±13,20 1,45	168,93±5,72 3,39	635,16±9,29 1,46

* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1Kg de muestra cruda
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C.V %)

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

*** mg KNO₃/Kg cruda

Tabla n°13. Contenido de nitratos en espinacas comerciales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 1.-lote 1

MARCA 1.-Lote 1								
	Mes I		Mes II		Mes III		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	2.662,39±56,30 2,11		2.463,63±17,11 5,84		2.460,89±190,54 7,74		2.468,90±65,54 2,65	
Cocida	1.283,54±22,00 1,71	1.106,92±24,59 2,22	1.245,80±27,38 2,19	1.208,09±55,35 4,58	1.182,28±74,90 6,33	1.090,77±22,16 2,03	1.195,81±21,29 1,78	1.084,22±81,28 7,49
C-3	1.224,26±25,87 2,11	1.172,31±19,35 1,65	1.399,40±8,05 0,57	1.143,76±12,79 1,12	1.002,59±42,27 4,21	793,58±2,29 0,29	1.319,50±2,22 0,16	838,57±5,74 0,68
C-7	1.310,01±5,82 0,44	1.136,06±1,23 0,10	1.172,41±43,15 3,68	1.068,61±20,11 1,88	1.218,78±53,14 4,36	1.000,11±1,40 0,14	1.216,43±49,09 4,03	1.092,34±10,15 0,93
C-17	1.209,65±30,80 2,54	1.102,65±35,87 3,25	1.278,07±29,26 2,28	1.108,23±44,63 4,02	1.220,05±10,96 0,89	983,20±3,44 0,35	1.200,97±8,05 0,67	1.000,98±110,80 11,06
C-24	1.235,06±66,12 5,35	1.207,15±25,85 2,14	1.329,21±20,05 1,50	1.125,31±12,46 1,10	1.199,80±10,04 0,83	1.111,56±1,40 0,12	1.219,01±19,07 1,56	971,21±15,50 1,59
C-30	1.280,79±23,80 1,85	1.168,05±3,25 0,27	1.272,19±16,10 1,26	1.095,94±4,26 0,39	1.197,26±9,55 0,79	1.106,69±5,62 0,50	1.226,74±48,32 3,94	1.172,87±9,15 0,78

* mg KNO_3 en el producto cocido procedentes de 1Kg de muestra cruda
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V %)

** mg KNO_3 cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

*** mg KNO_3 /Kg cruda

Tabla n°14. Contenido de nitratos en espinacas comerciales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 1.-lote 2

MARCA 1.-Lote 2								
	Mes I		Mes II		Mes III		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	2.351,08±35,83 1,52		2.177,09±36,83 1,69		2.172,98±20,27 0,93		2.167,50±64,24 2,96	
Cocida	1.237,81±6,76 0,54	957,04±13,00 1,35	1.135,27±20,81 1,83	1.001,08±3,34 0,33	1.102,61±13,94 1,26	838,18±56,65 6,75	1.044,08±27,77 2,66	970,11±11,23 1,15
C-3	1.245,63±15,61 1,25	963,51±2,49 0,25	1.098,75±71,34 6,49	979,82±14,78 1,50	1.178,69±31,50 2,67	839,33±2,98 0,35	1.142,95±23,21 2,03	769,80±28,39 3,68
C-7	1.190,97±21,73 1,82	948,81±7,34 0,77	1.098,75±68,06 6,19	1.003,62±3,84 0,30	1.190,29±16,09 1,35	890,28±10,98 1,23	1.137,81±83,00 7,29	922,85±55,12 5,97
C-17	1.189,67±9,82 0,82	959,98±3,05 0,31	1.106,31±28,61 2,58	804,06±27,54 3,42	1.039,44±54,20 5,21	841,06±13,48 1,60	1.050,50±50,27 4,78	858,14±34,64 4,03
C-24	1.151,93±17,89 1,55	919,40±3,52 0,38	986,63±111,86 11,33	932,87±29,61 3,17	986,57±47,05 4,76	846,24±44,39 5,24	1.013,26±21,79 2,15	977,43±23,63 2,41
C-30	1.157,13±65,01 5,61	817,65±1,01 0,12	1.111,35±23,60 2,12	952,54±10,48 1,10	1.165,80±15,63 1,34	779,47±2,63 0,33	828,37±58,16 7,02	896,40±12,17 1,35

* mg KNO₃ en el producto_cocido procedentes de 1Kg de muestra cruda
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V %)

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

*** mg KNO₃/Kg cruda

Tabla n°15. Contenido de nitratos en espinacas comerciales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 2.-lote 1

MARCA 2.-Lote 1								
	Mes I		Mes II		Mes III		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	1.320,86±37,29 2,82		1.222,22±51,05 4,17		1.101,66±78,08 7,08		1.185,23±64,50 5,44	
Cocida	694,56±30,41 4,37	698,32±5,86 0,84	573,45±9,90 1,72	569,51±17,57 3,08	517,00±21,51 4,16	591,79±29,50 4,98	531,10±30,08 5,64	522,99±17,89 3,42
C-3	647,27±11,69 1,80	330,37±7,67 2,32	608,87±12,65 2,07	583,46±5,17 0,88	478,43±33,76 7,05	604,38±16,02 2,65	475,84±3,60 0,75	421,03±14,51 3,44
C-7	638,49±2,87 0,45	386,90±7,83 2,02	589,18±24,98 4,24	584,21±20,82 3,56	526,92±21,50 4,08	449,40±10,63 2,36	567,13±5,50 0,97	428,61±1,19 0,27
C-17	608,10±7,01 1,15	405,00±33,34 8,23	604,93±9,08 1,50	578,23±9,76 1,68	496,07±6,61 1,33	583,27±1,57 0,27	508,28±6,23 1,22	493,36±7,82 1,58
C-24	617,55±8,43 1,36	556,46±13,29 2,39	586,57±24,57 4,19	537,90±20,06 4,10	500,48±6,88 1,37	422,21±9,68 2,29	535,90±8,32 1,55	522,30±3,15 0,60
C-30	629,71±13,02 2,06	540,21±5,11 0,94	641,66±6,81 1,06	528,19±6,84 1,29	494,96±3,82 0,77	527,73±10,99 2,08	522,69±18,73 3,58	516,10±8,60 1,66

* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1Kg de muestra cruda
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V %)

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

*** mg KNO₃/Kg cruda

Tabla n°16. Contenido de nitratos en espinacas comerciales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 2.-lote 2

MARCA 2.-Lote 2								
Mes I		Mes II		Mes III		Mes IV		
Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	
Cruda ***	1.233,18±5,81 0,47		1.227,70±20,27 1,65		1.275,65±2,37 0,18		1.305,79±51,38 3,93	
Cocida	520,27±6,96 1,33	729,27±9,39 1,28	572,35±7,16 1,25	771,36±35,59 4,61	552,76±19,12 3,45	619,09±12,12 1,95	548,98±16,38 2,98	699,75±32,77 4,68
C-3	466,12±5,68 1,21	595,99±7,10 1,19	580,37±36,13 6,22	680,54±1,18 0,17	548,28±17,47 3,18	556,05±16,26 2,92	538,58±28,01 5,20	566,90±12,69 2,23
C-7	439,87±15,03 3,41	745,54±8,16 1,09	592,99±32,51 5,48	483,39±13,11 2,71	603,20±37,49 6,21	443,39±11,44 2,58	591,15±12,25 2,07	725,74±3,75 0,51
C-17	445,34±22,33 5,01	688,98±2,68 0,38	554,00±27,30 4,92	588,35±14,30 2,43	511,29±24,24 4,74	755,23±16,38 2,16	562,84±17,44 3,09	618,16±70,33 11,37
C-24	463,94±11,52 2,48	694,40±9,39 1,35	612,48±9,10 1,48	659,22±12,44 1,88	541,56±22,05 4,07	747,19±29,65 3,96	555,91±36,73 6,60	571,23±21,80 3,81
C-30	460,65±3,78 0,82	633,18±11,70 1,84	596,43±43,01 7,21	669,54±22,82 3,40	531,47±29,31 5,51	551,79±86,68 16,93	470,41±10,58 2,25	588,56±5,00 0,84

* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1Kg de muestra cruda
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C-V %)

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

*** mg KNO₃/Kg cruda

Tabla n°17. Contenido de nitratos en espinacas comerciales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 3.-lote 1

MARCA 3.-Lote 1								
	Mes I		Mes II		Mes III		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	1.085,23±32,09 2,95		946,86±27,36 2,89		876,99±47,99 5,74		1.031,80±12,33 1,19	
Cocida	424,42±20,76 4,89	414,71±19,37 4,67	462,28±20,05 4,33	436,17±21,27 4,87	514,56±14,07 2,73	415,06±40,74 9,81	463,26±23,58 5,09	486,54±7,08 1,45
C-3	455,09±13,43 0,75	491,83±8,70 1,77	400,17±6,57 1,64	388,05±23,84 6,14	534,30±7,25 1,35	509,10±4,05 0,79	440,18±21,10 4,79	412,45±4,59 1,11
C-7	414,54±18,84 4,54	377,77±2,03 0,53	458,07±13,76 3,00	496,95±9,24 1,86	489,02±10,64 2,17	318,47±6,91 2,17	475,96±1,99 0,42	279,08±12,54 4,49
C-17	355,12±4,65 1,31	421,75±12,35 2,93	486,49±18,94 3,89	335,88±14,96 4,45	502,95±10,64 2,11	536,70±8,67 1,61	434,39±70,20 1,66	432,89±7,71 1,78
C-24	434,31±16,86 3,88	407,68±5,07 1,24	465,44±12,76 2,74	413,37±7,89 1,91	566,81±11,19 1,97	509,10±11,97 2,35	501,37±19,70 3,93	413,47±6,19 1,49
C-30	397,72±11,86 2,98	471,60±5,27 1,12	424,38±7,94 1,87	490,36±1,75 0,35	453,02±18,10 4,00	512,93±7,58 1,48	473,65±1,99 0,42	504,94±6,19 1,22

* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1Kg de muestra cruda
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C.V %)

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

*** mg KNO₃/Kg cruda

Tabla n°18. Contenido de nitratos en espinacas comerciales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 3.-lote 2

	MARCA 3.-Lote 2							
	Mes I		Mes II		Mes III		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	1.948,31±5,81 0,29		1.797,61±42,77 2,37		1.763,36±23,24 1,31		1.859,26±16,60 0,89	
Cocida	676,84±14,10 2,08	1.053,88±5,81 0,55	570,24±14,00 2,45	979,56±3,22 0,32	658,14±14,37 2,18	981,19±4,43 0,45	589,97±36,43 6,17	1.035,75±8,03 0,77
C-3	726,89±7,22 0,99	1.025,36±4,81 0,46	580,12±6,17 1,06	893,78±30,15 3,37	725,26±30,99 4,27	796,26±26,18 3,28	646,20±26,52 4,10	1.012,87±3,49 0,34
C-7	669,54±11,27 1,68	1.004,54±3,53 0,35	514,91±6,17 1,19	812,92±16,91 2,08	789,98±61,26 7,75	728,00±9,87 1,35	516,11±13,22 2,56	1.033,46±10,81 1,04
C-17	707,30±37,21 5,31	992,98±5,34 0,53	538,62±28,48 5,28	768,62±23,23 3,02	700,09±23,39 3,34	732,18±3,19 0,43	646,20±31,25 4,83	983,89±9,97 1,01
C-24	706,04±52,92 7,49	1.053,88±4,81 0,45	618,65±9,05 1,46	941,59±9,51 1,01	762,41±31,95 4,19	985,72±78,66 7,98	673,76±22,02 3,26	860,35±9,70 1,12
C-30	643,48±53,84 8,36	1.009,17±17,66 1,75	546,53±41,10 7,52	873,39±0,00 0,00	662,94±54,44 8,21	870,79±4,82 0,55	651,71±49,94 7,66	829,46±11,32 1,36

* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1Kg de muestra cruda
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V %)

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

*** mg KNO₃/Kg cruda

Tabla n°19. Contenido de nitratos en espinacas experimentales frescas, escaldadas, congeladas 24 horas; y en el líquido de escaldado y en el de enfriamiento.

	FRESCAS *	ESCALDADAS *	CRUDAS CONGELADAS 24 horas *	LIQUIDO DE ESCALDADO **	LIQUIDO DE ENFRIAMIENTO **
MUESTRA A.	442,09±2,81 0,63	178,97±8,27 4,62	283,70±20,01 7,05	30,29±1,96 6,49	34,50±2,30 6,67
MUESTRA B.	760,88±27,06 3,55	527,60±4,59 8,70	262,82±19,57 7,44	60,89±7,21 11,84	30,88±0,79 2,57
MUESTRA C.	714,48±44,81 6,21	430,53±5,05 1,17	444,08±11,24 2,53	63,62±3,69 5,80	40,56±3,56 8,78

* mg KNO_3 /Kg ** mg KNO_3 cedidos por 1 Kg de muestra fresca/l

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C.V%)

Tabla n°20. Contenido de nitratos en espinacas experimentales crudas, durante los meses del análisis.

	MUESTRA A. *	MUESTRA B. *	MUESTRA C. *
Mes I	280,50±23,00 8,20	221,38±11,25 5,08	446,46±30,57 6,84
Mes IV	228,00±14,25 6,25	371,16±1,83 0,49	475,08±11,13 2,34
$\bar{X} \pm D \cdot E$ C·V %	254,25±37,12 14,60	296,27±105,91 35,74	460,77±20,23 4,39

* mg KNO₃/Kg

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V%)

Tabla n°21. Contenido de nitratos en espinacas experimentales cocidas y su porcentaje de retención, tras someterlas al proceso tecnológico y culinario, durante los meses del análisis.

	MUESTRA A. *	MUESTRA B. *	MUESTRA C. *
Mes I	71,33±7,59 10,64	112,14±11,85 10,57	114,49±14,22 12,42
Mes IV	88,56±0,91 1,03	127,54±3,76 2,95	122,16±4,23 3,46
% Retención	18,08±2,75 15,25	15,74±1,43 9,11	16,55±0,75 4,57

* mg KNO₃ en el producto sólido cocido procedentes de 1Kg de muestra fresca.
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V%)

Tabla n°22. Contenido de nitratos en espinacas experimentales cocidas (producto sólido y líquido de cocción), durante los meses del análisis.

	MUESTRA A.		MUESTRA B.		MUESTRA C.	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Mes I	94,38±10,04 10,64	105,06±4,43 4,21	149,81±15,83 10,56	131,28±3,65 2,78	186,00±23,11 12,42	174,55±12,30 7,05
Mes IV	117,18±1,21 1,03	131,14±2,11 1,61	170,37±5,02 2,95	237,41±2,78 1,17	198,46±6,88 3,46	261,88±4,63 1,76
$\bar{X} \pm D \cdot E$ C.V %	105,78±16,12 15,24	118,11±18,42 15,60	160,09±14,53 9,08	184,34±75,04 40,70	192,23±8,81 4,58	218,21±61,75 28,29

* mg KNO₃ en el producto cocido tras cocer 1Kg de muestra cruda

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C.V%)

Tabla n°23. Contenido de nitratos en espinacas experimentales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la muestra A.

MUESTRA A.				
	Mes I		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	280,50±23,00 8,20		228,00±14,25 6,25	
Cocida	94,38±10,04 10,64	105,08±4,43 4,21	117,18±1,21 1,03	131,14±2,11 1,61
R-1	62,80±3,34 5,32	81,90±2,16 2,64	126,07±14,46 11,47	135,90±4,75 3,49
R-2	72,17±8,41 11,65	95,85±4,78 5,00	109,50±7,79 7,11	133,80±5,34 3,99
R-4	90,21±1,80 2,00	96,98±6,68 6,89	tz	137,58±3,56 2,59
R-8	44,47±17,84 40,13	93,72±0,70 0,75	N.D.	135,62±2,95 2,17

* mg KNO₃ en el producto cocido que procede de cocer 1Kg de muestra cruda

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

*** mg KNO₃/Kg cruda

tz = trazas

N.D. = No Detectado

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C.V %)

Tabla n°24. Contenido de nitratos en espinacas experimentales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la muestra B.

MUESTRA B.				
	Mes I		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	221,38±11,25 5,08		371,16±1,83 0,49	
Cocida	149,81±15,83 10,56	131,28±3,65 2,78	170,37±5,02 2,95	237,41±2,78 1,17
R-1	79,80±6,50 8,14	114,15±4,24 3,71	163,45±6,52 4,00	245,78±2,49 1,01
R-2	114,00±5,65 4,96	133,59±1,44 1,08	172,68±5,02 2,91	219,53±45,73 20,83
R-4	123,97±16,56 13,36	151,42±7,42 4,90	117,75±7,60 6,46	243,47±4,26 1,75
R-8	90,85±4,59 5,05	153,51±18,45 12,02	14,97±0,84 5,66	164,09±5,32 3,24

* mg KNO₃ en el producto cocido que procede de cocer 1Kg de muestra cruda

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

*** mg KNO₃/Kg cruda

tz = trazas

N.D. = No Detectado

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C.V. %)

Tabla n°25. Contenido de nitratos en espinacas experimentales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la muestra C.

	MUESTRA C.			
	Mes I		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	446,46±30,57 6,84		475,08±11,13 2,34	
Cocida	186,00±23,11 12,42	174,55±12,30 7,05	198,46±6,88 3,46	261,88±4,63 1,76
R-1	144,24±4,63 3,21	159,11±1,80 1,13	379,97±3,70 0,97	264,13±2,56 0,97
R-2	176,13±2,81 1,59	174,32±1,71 0,98	384,41±2,09 0,54	267,21±1,45 0,54
R-4	182,16±1,62 0,89	182,03±1,04 0,57	395,70±9,08 2,29	275,06±6,31 2,29
R-8	146,77±4,53 3,09	174,43±1,89 1,08	142,39±2,07 1,45	264,69±3,85 1,45

* mg KNO₃ en el producto cocido que procede de cocer 1Kg de muestra cruda

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

*** mg KNO₃/Kg cruda

tz = trazas

N.D. = No Detectado

Los resultados expresan $\bar{X} \pm E$ (C.V %)

Tabla n°26. Contenido de nitratos en espinacas experimentales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la muestra A.

MUESTRA A.				
	Mes I		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	280,50±23,00 8,20		228,00±14,25 6,25	
Cocida	94,38±10,04 10,64	105,08±4,43 4,21	117,18±1,21 1,03	131,14±2,11 1,61
C-3	89,52±5,91 6,61	94,50±2,55 2,70	115,97±6,06 5,22	131,70±1,68 1,27
C-7	72,52±3,60 4,97	84,83±3,50 4,13	117,99±9,25 7,84	72,58±5,90 8,13
C-17	108,21±4,60 4,25	85,22±1,28 1,51	143,85±5,55 3,86	107,32±5,24 4,89
C-24	97,15±2,62 2,69	88,88±8,43 9,48	139,81±3,05 2,18	146,83±8,89 6,06
C-30	101,32±3,18 3,13	112,28±0,38 0,34	125,25±9,10 7,26	102,65±11,22 10,93

* mg KNO₃ en el producto cocido que procede de cocer 1Kg de muestra cruda

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

*** mg KNO₃/Kg cruda

tz = trazas

N.D. = No Detectado

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V %)

Tabla n°27. Contenido de nitratos en espinacas experimentales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la muestra B.

MUESTRA B.				
	Mes I		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	221,38±11,25 5,08		371,16±1,83 0,49	
Cocida	149,81±15,83 10,56	131,28±3,65 2,78	170,37±5,02 2,95	237,41±2,78 1,17
C-3	119,88±3,77 3,15	114,38±3,86 3,38	210,37±75,27 35,78	128,37±2,64 2,05
C-7	123,97±5,88 4,74	142,86±2,50 1,75	170,76±5,42 3,17	224,72±3,12 1,38
C-17	107,62±5,88 5,46	147,60±3,91 2,65	163,83±13,37 8,16	240,88±3,03 1,26
C-24	133,23±3,20 2,40	134,52±0,69 0,51	173,83±17,42 10,02	139,33±3,27 2,35
C-30	139,65±4,89 3,50	149,34±2,80 1,87	161,43±16,76 10,38	180,01±1,80 1,00

* mg KNO₃ en el producto cocido que procede de cocer 1Kg de muestra cruda

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L *** mg KNO₃/Kg cruda

tz = trazas N.D. = No Detectado

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C-V %)

Tabla n°28. Contenido de nitratos en espinacas experimentales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la muestra C.

MUESTRA C.				
	Mes I		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda ***	446,46±30,57 6,84		475,08±11,13 2,34	
Cocida	186,00±23,11 12,42	174,55±12,30 7,05	198,46±6,88 3,46	261,88±4,63 1,76
C-3	183,58±6,64 3,61	162,74±2,39 1,47	181,92±3,89 2,13	156,45±1,75 1,12
C-7	178,62±4,79 2,68	160,24±1,03 0,65	187,17±9,60 5,13	267,21±1,45 0,54
C-17	171,88±2,76 1,60	122,28±2,25 1,84	224,27±7,09 3,16	269,45±9,22 3,42
C-24	171,17±4,29 2,51	154,34±2,04 1,32	361,02±4,25 1,17	136,83±0,84 0,61
C-30	195,63±2,21 1,13	155,70±3,79 2,43	372,71±6,66 1,78	136,83±5,25 3,83

* mg KNO₃ en el producto cocido que procede de cocer 1Kg de muestra cruda

** mg KNO₃ cedidos por 1Kg de muestra cruda/L

*** mg KNO₃/Kg cruda

tz = trazas

N.D. = No Detectado

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C-V %)

Tabla n°29. Contenido de nitritos en espinacas comerciales crudas, cocidas y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 1.

MARCA 1.																
Mes I				Mes II				Mes III				Mes IV				
Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		
Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	
Cruda	tz		tz		tz		tz		tz		tz		tz		tz	
Cocida	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
R-1	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
R-2	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
R-4	53,00± 0,10 0,20	tz	tz	tz	4,66± 0,49 10,58	tz	tz	tz	486,85± 6,74 1,38	tz	tz	tz	570,40± 3,15 0,55	tz	588,22± 3,14 0,53	255,31± 6,67 2,61
R-8	683,66± 4,19 0,61	tz	65,34± 2,75 4,21	tz	560,26± 4,36 0,77	tz	360,30± 24,31 6,74	145,36± 1,32 0,91	600,11± 39,26 6,54	294,11± 2,40 0,81	17,32± 5,24 30,30	82,90± 6,73 8,12	507,48± 107,79 21,24	14,14± 0,46 3,31	771,23± 5,19 0,67	273,31± 5,30 1,94

* mg NaNO_2/Kg

** mg NaNO_2/L

tz = trazas

N.D. = No Detectado

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C.V %)

Tabla n°30. Contenido de nitritos en espinacas comerciales crudas, cocidas y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 2.

MARCA 2.																
Mes I				Mes II				Mes III				Mes IV				
Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		
Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	
Cruda	tz		tz		tz		tz		tz		tz		tz		tz	
Cocida	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	
R-1	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	
R-2	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	
R-4	42,04± 11,08 26,35	tz	tz	tz	254,78± 3,67 1,44	tz	34,31± 0,42 1,23	tz	240,45± 1,32 0,55	tz	tz	tz	263,00± 9,74 3,70	tz	361,40± 5,79 1,60	80,19± 10,45 13,03
R-8	129,96± 6,59 5,07	13,59± 0,24 1,78	tz	tz	17,19± 2,04 11,87	tz	64,27± 20,25 31,51	217,66± 4,46 2,05	2,14± 0,87 40,85	103,94± 2,36 2,27	16,24± 0,79 4,86	48,91± 0,84 1,72	9,14± 1,15 12,59	74,23± 1,21 1,63	624,93± 16,31 2,61	159,35± 3,15 1,97

* mg NaNO_2/Kg

** mg NaNO_2/L

tz = trazas

N.D. = No Detectado

Los resultados expresan $\bar{x} \pm D \cdot E$ (C.V. %)

Tabla n°31. Contenido de nitritos en espinacas comerciales crudas, cocidas y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 3.

MARCA 3.																
	Mes I				Mes II				Mes III				Mes IV			
	Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda	tz		tz		tz		tz		tz		tz		tz		tz	
Cocida	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
R-1	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
R-2	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
R-4	157,19± 0,84 0,53	tz	tz	tz	268,02± 7,13 2,66	tz	tz	tz	140,13± 1,84 1,31	tz	tz	tz	177,53± 1,21 0,68	tz	tz	tz
R-8	178,53± 10,71 5,99	N.D.	52,14± 0,26 0,50	tz	78,55± 10,94 13,93	N.D.	12,18± 3,25 26,72	33,93± 0,12 0,35	3,93± 0,16 4,13	307,39± 1,98 0,64	506,09± 9,13 1,80	14,30± 0,26 1,85	137,85± 1,89 1,37	tz	298,08± 8,47 2,84	128,93± 0,74 0,57

* mg NaNO₂/Kg

** mg NaNO₂/L

tz = trazas

N.D. = No Detectado

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V %)

Tabla n°32. Contenido de nitritos en espinacas comerciales crudas, cocidas y conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 1.

MARCA 1.																
	Mes I				Mes II				Mes III				Mes IV			
	Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda	tz		tz		tz		tz		tz		tz		tz		tz	
Cocida	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
C-3	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
C-7	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
C-17	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
C-24	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
C-30	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz

* mg NaNO₂/Kg

** mg NaNO₂/L

tz = trazas

Tabla n°33. Contenido de nitritos en espinacas comerciales crudas, cocidas y conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 2.

MARCA 2.															
Mes I				Mes II				Mes III				Mes IV			
Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2	
Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda	tz		tz		tz		tz		tz		tz		tz		tz
Cocida	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
C-3	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
C-7	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
C-17	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
C-24	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
C-30	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz

* mg NaNO_2/Kg

** mg NaNO_2/L

tz = trazas

Tabla n°34. Contenido de nitritos en espinacas comerciales crudas, cocidas y conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 3.

MARCA 3.																
	Mes I				Mes II				Mes III				Mes IV			
	Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda	tz		tz		tz		tz		tz		tz		tz		tz	
Cocida	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
C-3	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
C-7	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
C-17	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
C-24	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
C-30	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz

* mg NaNO₂/Kg

** mg NaNO₂/L

tz = trazas

Tabla n°35. Contenido de nitritos en espinacas experimentales en las distintas fases del procesado.

	Producto sólido *			Líquido **	
	Frescas	Escaldadas	Congelado 24h	Escaldado	Enfriamiento
MUESTRA A.	tz	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
MUESTRA B.	N.D.	N.D.	tz	tz	N.D.
MUESTRA C.	tz	tz	tz	tz	tz

* mg KNO₂/Kg
tz = trazas

** mg NaNO₂/L
N.D. = No Detectado

Tabla n°36. Contenido de nitritos en espinacas experimentales crudas y cocidas, durante los meses del análisis.

	MUESTRA A.			MUESTRA B.			MUESTRA C.		
	Cruda *	Cocida		Cruda *	Cocida		Cruda *	Cocida	
		Sólido *	Líquido **		Sólido *	Líquido **		Sólido *	Líquido **
Mes I	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
Mes IV	tz	tz	N.D.	tz	tz	N.D.	tz	tz	N.D.

* mg NaNO_2/Kg
tz = trazas

** mg NaNO_2/L
N.D. = No Detectado

Tabla n°37. Contenido de nitritos en espinacas experimentales crudas, cocidas, conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis.

	MUESTRA A.				MUESTRA B.				MUESTRA C.			
	Mes I		Mes IV		Mes I		Mes IV		Mes I		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda	tz		tz		tz		tz		tz		tz	
Cocida	tz	tz	tz	N.D.	tz	tz	tz	N.D.	tz	tz	tz	N.D.
R-1	N.D.	N.D.	tz	tz	N.D.	N.D.	tz	tz	N.D.	N.D.	tz	tz
R-2	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz	tz
R-4	tz	tz	tz	tz	tz	tz	25,98±0,55 2,13	tz	tz	tz	tz	tz
R-8	40,46±12,35 30,54	tz	N.D.	N.D.	36,35±1,32 3,65	N.D.	66,60±0,86 1,30	42,91±0,32 0,74	36,49±1,68 4,61	tz	116,17±0,36 0,31	tz

* mg NaNO₂/Kg ** mg NaNO₂/L

tz = trazas N.D. = No Detectado

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V %)

Tabla n°38. Contenido de nitritos en espinacas experimentales crudas, cocidas, conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis.

	MUESTRA A.				MUESTRA B.				MUESTRA C.			
	Mes I		Mes IV		Mes I		Mes IV		Mes I		Mes IV	
	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **	Sólido *	Líquido **
Cruda	tz		tz		tz		tz		tz		tz	
Cocida	tz	tz	tz	N.D.	tz	tz	tz	N.D.	tz	tz	tz	N.D.
C-3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	tz	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
C-7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
C-17	N.D.	N.D.	tz	tz	N.D.	N.D.	tz	tz	N.D.	N.D.	tz	tz
C-24	N.D.	N.D.	tz	tz	N.D.	N.D.	tz	tz	N.D.	N.D.	tz	tz
C-30	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

* mg NaNO_2/Kg

** mg NaNO_2/L

tz = trazas

N.D. = No Detectado

Tabla n°39. Contenido de nitritos y actividad nitrato-reductasa (N-R) en espinacas comerciales cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, (MARCA 1.-Lote 2).

MARCA 1.-Lote 2						
	R-4			R-8		
	Sólido		Líquido	Sólido		Líquido
	Nitrito *	N-R **	Nitrito ***	Nitrito *	N-R **	Nitrito ***
Mes I	tz	N.D.	tz	65,34±2,75 4,20	0,60±0,01 1,66	tz
Mes II	tz	tz	tz	360,30±24,31 6,74	1,72±0,07 4,06	145,36±1,32 0,90
Mes III	tz	tz	tz	17,32±5,24 30,25	0,02±0,01 50,00	82,90±6,73 8,11
Mes IV	588,22±3,14 0,53	1,07±0,17 15,88	255,31±6,67 2,61	771,23±5,19 0,67	1,49±0,01 0,67	273,31±5,30 1,93

* mg NaNO₂/Kg

** μmol NO₂⁻/g/h

*** mg NaNO₂/L

tz = trazas

N.D. = No detectado

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C.V %)

Tabla n°40. Contenido de nitritos y actividad nitrato-reductasa (N-R) en espinacas comerciales cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 2.-lote 2.

MARCA 2.-Lote 2						
	R-4			R-8		
	Sólido		Líquido	Sólido		Líquido
	Nitrito *	N-R **	Nitrito ***	Nitrito *	N-R **	Nitrito ***
Mes I	tz	N.D.	tz	tz	tz	tz
Mes II	34,31±0,42 1,22	0,13±0,03 23,07	tz	64,27±20,25 31,50	0,58±0,01 1,72	217,66±4,46 2,04
Mes III	tz	tz	tz	16,24±0,79 4,86	0,05±0,02 40,00	48,91±0,84 1,71
Mes IV	361,40±5,79 1,60	1,98±0,07 3,53	80,19±10,45 13,03	624,93±16,31 2,60	0,40±0,05 12,50	159,35±3,15 1,97

* mg NaNO₂/Kg

** μmol NO₂⁻/g/h

*** mg NaNO₂/L

tz = trazas

N.D. = No detectado

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V %)

Tabla n°41. Contenido de nitritos y actividad nitrato-reductasa (N-R) en espinacas comerciales cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 3.-lote 2.

MARCA 3.-Lote 2						
	R-4			R-8		
	Sólido		Líquido	Sólido		Líquido
	Nitrito *	N-R **	Nitrito ***	Nitrito *	N-R **	Nitrito ***
Mes I	tz	tz	tz	52,14±0,26 0,49	0,20±0,02 10,00	tz
Mes II	tz	N.D.	tz	12,18±3,25 26,68	tz	33,93±0,12 0,35
Mes III	tz	tz	tz	506,09±9,13 1,80	0,18±0,02 11,11	14,30±0,26 1,81
Mes IV	tz	tz	tz	298,08±8,47 2,84	0,62±0,03 4,83	128,93±0,74 0,57

* mg NaNO₂/Kg

** μmol NO₂⁻/g/h

*** mg NaNO₂/L

tz = trazas

N.D. = No detectado

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C.V. %)

Tabla n°42. Valores de la actividad nitrato-reductasa (N-R) en espinacas comerciales crudas y cocidas conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis.

	MARCA 1.			MARCA 2.			MARCA 3.		
	CRUDA Lotes 1 y 2 *	R-4 (Lote 2) *	R-8 (Lote 2) *	CRUDA Lotes 1 y 2 *	R-4 (Lote 2) *	R-8 (Lote 2) *	CRUDA Lotes 1 y 2 *	R-4 (Lote 2) *	R-8 (Lote 2) *
Mes I	tz	N.D	0,60±0,01 1,13	tz	N.D	tz	tz	tz	0,20±0,02 14,10
Mes II	tz	tz	1,72±0,07 4,21	tz	0,13±0,03 25,62	0,58±0,01 1,72	tz	N.D	tz
Mes III	tz	tz	0,02±0,01 54,00	tz	tz	0,05±0,02 47,55	tz	tz	0,18±0,02 13,15
Mes IV	tz	1,07±0,17 16,38	1,50±0,01 0,66	tz	1,98±0,07 3,70	0,40±0,05 14,21	tz	tz	0,62±0,03 5,00

* $\mu\text{mol NO}_2^-/\text{g/h}$.

tz = trazas N.D = No detectado

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C.V%)

Tabla n°43. Valores de la actividad nitrato-reductasa en espinacas experimentales frescas, escaldadas y congeladas 24 horas.

	FRESCA *	ESCALDADA *	CONGELADA 24 h *
MUESTRA A.	N.D	N.D	N.D
MUESTRA B.	N.D	N.D	N.D
MUESTRA C.	N.D	N.D	N.D

* $\mu\text{mol NO}_2^-/\text{g /h.}$
N.D = No Detectado

Tabla n°44. Valores de la actividad nitrato-reductasa (N-R) en espinacas experimentales cocidas conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis.

	MUESTRA A.		MUESTRA B.		MUESTRA C.	
	R-4 *	R-8 *	R-4 *	R-8 *	R-4 *	R-8 *
Mes I	tz	$0,42 \pm 3,24 \cdot 10^{-3}$ 0,77	tz	$0,30 \pm 4,42 \cdot 10^{-3}$ 1,47	tz	$0,34 \pm 7,46 \cdot 10^{-3}$ 2,19
Mes IV	$0,05 \pm 9,73 \cdot 10^{-3}$ 19,46	$0,07 \pm 9,57 \cdot 10^{-3}$ 13,90	$0,03 \pm 3,11 \cdot 10^{-3}$ 9,66	$0,31 \pm 6,49 \cdot 10^{-3}$ 2,09	N.D	$0,55 \pm 5,34 \cdot 10^{-3}$ 0,97

* $\mu\text{mol NO}_2^-/\text{g/h}$.

tz = trazas N.D = No detectado

Los resultados expresan $\bar{X} \pm \text{D.E}$ (C.V%)

Tabla n°45. Contenido de nitritos y actividad nitrato-reductasa (N-R) en espinacas experimentales cocidas (producto sólido y líquido de cocción) conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la muestra A.

MUESTRA A.						
	R-4			R-8		
	Sólido		Líquido	Sólido		Líquido
	Nitrito *	N-R **	Nitrito ***	Nitrito *	N-R **	Nitrito ***
Mes I	tz	tz	tz	40,46±12,35 30,54	0,42±3,24 · 10 ⁻³ 0,77	tz
Mes IV	tz	0,05±9,73 · 10 ⁻³ 19,46	tz	N.D.	0,07±9,57 · 10 ⁻³ 13,90	N.D.

* mg NaNO₂/Kg ** μmol NO₂⁻/g/h *** mg NaNO₂/L
tz = trazas N.D. = No detectado
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V %)

Tabla n°46. Contenido de nitritos y actividad nitrato-reductasa (N-R) en espinacas experimentales cocidas (producto sólido y líquido de cocción) conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la muestra B.

MUESTRA B.						
	R-4			R-8		
	Sólido		Líquido	Sólido		Líquido
	Nitrito *	N-R **	Nitrito ***	Nitrito *	N-R **	Nitrito ***
Mes I	tz	tz	tz	36,35±1,32 3,65	0,30±4,42·10 ⁻³ 1,47	N.D.
Mes IV	25,98±0,55 2,13	0,03±3,11·10 ⁻³ 9,66	tz	66,60±0,86 1,30	0,31±6,49·10 ⁻³ 2,09	42,91±0,32 0,74

* mg NaNO₂/Kg ** μmol NO₂⁻/g/h *** mg NaNO₂/L
 tz = trazas N.D. = No detectado
 Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V %)

Tabla n°47. Contenido de nitritos y actividad nitrato-reductasa (N-R) en espinacas experimentales cocidas (producto sólido y líquido de cocción) conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la muestra C.

MUESTRA C.						
R-4				R-8		
Sólido		Líquido	Sólido		Líquido	
Nitrito *	N-R **	Nitrito ***	Nitrito *	N-R **	Nitrito ***	
Mes I	tz	tz	tz	36,49±1,68 4,61	0,34±7,46 · 10 ⁻³ 2,19	tz
Mes IV	tz	N.D.	tz	116,17±0,36 0,31	0,55±5,34 · 10 ⁻³ 0,97	tz

* mg NaNO₂/Kg ** μmol NO₂⁻/g/h *** mg NaNO₂/L
 tz = trazas N.D. = No detectado
 Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C·V %)

Tabla n°48. Valores de pH en espinacas comerciales crudas, durante los meses del análisis.

	MARCA 1.		MARCA 2.		MARCA 3.	
	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2	Lote 1	Lote 2
Mes I	6,87	6,95	7,15	7,47	7,11	7,49
Mes II	6,86	6,79	7,12	7,29	7,12	7,89
Mes III	6,72	6,63	6,97	7,69	7,26	7,69
Mes IV	6,78	6,72	7,32	7,58	7,21	7,67
$\bar{X} \pm D \cdot E$ CV(%)	6,81 \pm 0,07 1,03	6,77 \pm 0,13 2,02	7,14 \pm 0,14 2,01	7,50 \pm 0,17 2,27	7,17 \pm 0,07 1,00	7,68 \pm 0,16 2,12

Tabla n°49. Valores de pH en espinacas comerciales cocidas (producto sólido y líquido de cocción), durante los meses del análisis.

	MARCA 1.				MARCA 2.				MARCA 3.			
	Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2	
	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
Mes I	6,83	6,48	6,93	6,72	7,05	6,81	7,30	7,24	7,16	6,87	7,55	7,37
Mes II	6,81	6,53	6,69	6,37	6,88	6,80	7,17	6,93	7,05	6,83	7,70	7,05
Mes III	6,69	6,30	6,58	6,21	6,95	6,87	7,34	6,84	7,18	6,93	7,46	7,16
Mes IV	6,65	6,50	6,35	6,80	7,05	6,87	7,22	7,07	7,11	6,77	7,62	6,82
$\bar{X} \pm D \cdot E$	6,74 \pm 0,08	6,45 \pm 0,10	6,63 \pm 0,24	6,52 \pm 0,28	6,98 \pm 0,08	6,83 \pm 0,03	7,25 \pm 0,07	7,02 \pm 0,17	7,12 \pm 0,05	6,85 \pm 0,06	7,58 \pm 0,10	7,10 \pm 0,23
CV(%)	1,31	1,60	3,63	4,30	1,18	0,55	1,05	2,48	0,81	0,98	1,34	3,22

Tabla n°50. Valores de pH en espinacas comerciales cocidas (producto sólido y líquido de cocción), conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 1.-lote 1 y 2.

	MARCA 1.-Lote 1								MARCA 1.-Lote 2							
	R-1		R-2		R-4		R-8		R-1		R-2		R-4		R-8	
	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
Mes I	6,87	6,54	6,61	6,68	6,41	6,46	6,82	5,72	6,92	6,84	6,96	6,74	6,93	6,72	6,72	6,67
Mes II	6,87	6,45	6,80	6,45	6,62	6,47	6,60	6,34	6,77	6,53	6,70	6,55	6,81	6,51	6,30	5,22
Mes III	6,49	6,41	5,76	6,30	5,69	5,95	6,14	5,83	6,79	6,39	6,71	6,58	6,66	6,28	6,79	4,87
Mes IV	6,30	6,52	5,82	6,67	6,37	4,06	6,12	4,66	6,60	6,23	6,02	5,14	6,72	4,72	6,29	4,53
$\bar{X} \pm D \cdot E$	6,63 \pm 0,28	6,48 \pm 0,06	6,24 \pm 0,53	6,52 \pm 0,18	6,27 \pm 0,40	5,73 \pm 1,14	6,42 \pm 0,34	5,63 \pm 0,70	6,77 \pm 0,13	6,49 \pm 0,25	6,59 \pm 0,40	6,25 \pm 0,74	6,78 \pm 0,11	6,05 \pm 0,90	6,52 \pm 0,26	5,32 \pm 0,94
CV(%)	4,30	0,92	8,53	2,81	6,42	19,92	5,42	12,51	1,96	3,98	6,11	11,93	1,76	15,01	4,09	17,68

Tabla n°51. Valores de pH en espinacas comerciales cocidas (producto sólido y líquido de cocción), conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 2.-lote 1 y 2.

	MARCA 2.-Lote 1								MARCA 2.-Lote 2							
	R-1		R-2		R-4		R-8		R-1		R-2		R-4		R-8	
	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
Mes I	7,11	6,90	7,12	6,89	6,33	6,65	5,07	6,44	7,56	7,08	7,38	7,13	7,32	7,17	6,83	6,80
Mes II	7,08	6,80	7,02	6,73	6,12	6,96	5,76	6,56	7,19	6,86	7,24	6,97	6,94	6,87	6,77	5,39
Mes III	7,46	6,88	6,55	6,88	6,49	6,78	5,82	5,86	7,48	7,19	7,32	7,10	7,53	6,94	7,01	5,75
Mes IV	7,26	6,82	7,04	6,80	6,07	6,86	7,33	6,59	7,03	6,92	6,10	6,60	6,90	5,89	6,26	4,86
$\bar{X} \pm D-E$	7,23 \pm 0,17	6,85 \pm 0,04	6,93 \pm 0,25	6,82 \pm 0,07	6,25 \pm 0,19	6,81 \pm 0,13	5,99 \pm 0,95	6,36 \pm 0,34	7,31 \pm 0,24	7,01 \pm 0,15	7,01 \pm 0,60	6,95 \pm 0,24	7,17 \pm 0,30	6,71 \pm 0,56	6,71 \pm 0,32	5,70 \pm 0,81
CV(%)	2,39	0,70	3,69	1,10	3,09	1,92	15,93	5,36	3,38	2,14	8,69	3,50	4,24	8,43	4,78	14,37

Tabla n°52. Valores de pH en espinacas comerciales cocidas (producto sólido y líquido de cocción), conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 3.-lote 1 y 2.

	MARCA 3.-Lote 1								MARCA 3.-Lote 2							
	R-1		R-2		R-4		R-8		R-1		R-2		R-4		R-8	
	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
Mes I	6,18	6,97	5,98	6,91	5,50	6,93	5,09	4,40	7,63	7,28	7,67	6,84	7,05	6,88	6,86	6,77
Mes II	6,91	6,79	6,49	6,66	5,04	6,82	4,97	3,94	7,74	7,38	7,76	7,13	7,74	7,01	7,16	6,76
Mes III	6,45	6,94	7,08	6,42	5,08	6,84	5,19	5,69	7,85	7,47	7,70	7,00	7,52	7,26	7,14	6,90
Mes IV	6,84	6,87	6,12	6,84	6,31	6,85	6,10	6,58	7,74	6,91	7,10	6,80	7,49	6,69	6,21	4,92
$\bar{X} \pm D \cdot E$	6,59 \pm 0,34	6,89 \pm 0,08	6,42 \pm 0,49	6,70 \pm 0,21	5,48 \pm 0,59	6,86 \pm 0,04	5,33 \pm 0,51	5,15 \pm 1,20	7,74 \pm 0,08	7,26 \pm 0,24	7,55 \pm 0,30	6,94 \pm 0,15	7,45 \pm 0,28	6,96 \pm 0,23	6,84 \pm 0,44	6,33 \pm 0,94
CV(%)	5,19	1,16	7,64	3,26	10,75	0,70	9,67	23,40	1,16	3,38	4,06	2,18	3,87	3,43	6,47	14,94

Tabla n°53. Valores de pH en espinacas comerciales cocidas (producto sólido y líquido de cocción), conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 1. lote 1 y 2.

	MARCA 1.-Lote 1										MARCA 1.-Lote 2									
	C-3		C-7		C-17		C-24		C-30		C-3		C-7		C-17		C-24		C-30	
	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
Mes I	6,84	6,57	6,85	6,57	6,82	6,44	6,73	6,46	6,84	6,52	6,95	6,80	6,87	6,68	6,68	6,27	6,81	6,69	6,77	6,67
Mes II	6,74	6,47	6,85	6,52	6,72	6,40	6,70	6,33	6,71	6,42	6,76	6,43	7,14	6,52	6,75	6,46	6,65	6,31	6,62	6,39
Mes III	6,66	6,59	6,76	6,70	6,75	6,47	6,72	6,50	6,83	6,51	6,72	6,36	6,54	6,22	6,47	6,26	6,56	6,38	6,58	6,28
Mes IV	6,87	6,53	6,84	6,60	6,83	6,51	6,71	6,48	6,84	6,59	6,40	6,45	6,53	6,37	6,60	6,27	6,69	6,10	6,63	6,08
$\bar{X} \pm D \cdot E$	6,78 \pm 0,09	6,54 \pm 0,05	6,82 \pm 0,04	6,59 \pm 0,07	6,78 \pm 0,05	6,45 \pm 0,04	6,71 \pm 0,01	6,44 \pm 0,07	6,80 \pm 0,06	6,51 \pm 0,06	6,70 \pm 0,22	6,51 \pm 0,19	6,77 \pm 0,29	6,44 \pm 0,19	6,62 \pm 0,12	6,31 \pm 0,09	6,67 \pm 0,10	6,37 \pm 0,24	6,65 \pm 0,08	6,35 \pm 0,24
CV(%)	1,40	0,80	0,61	1,15	0,78	0,72	0,19	1,19	0,93	1,07	3,40	3,02	4,32	3,06	1,81	1,53	1,55	3,83	1,24	3,87

Tabla n°54. Valores de pH en espinacas comerciales cocidas (producto sólido y líquido de cocción), conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 2. lote 1 y 2.

	MARCA 2.-Lote 1										MARCA 2.-Lote 2									
	C-3		C-7		C-17		C-24		C-30		C-3		C-7		C-17		C-24		C-30	
	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
Mes I	7,12	6,87	7,10	6,86	6,95	6,96	7,07	6,90	7,01	6,70	7,50	7,30	7,31	6,83	7,38	7,11	7,19	7,08	6,33	7,03
Mes II	7,12	6,63	6,93	6,96	6,81	6,74	6,92	6,90	7,08	6,82	6,91	7,10	7,33	7,02	7,31	6,98	7,21	6,82	7,20	6,78
Mes III	7,04	6,85	7,67	6,71	6,90	6,71	7,11	6,90	7,08	6,90	7,39	7,11	7,21	6,97	7,13	6,97	6,82	7,01	6,82	7,11
Mes IV	7,15	6,87	7,18	6,85	6,85	6,78	7,12	6,97	7,11	6,93	7,25	7,07	7,25	7,00	7,20	7,02	7,37	6,97	7,23	6,63
$\bar{X} \pm D \cdot E$	7,10 \pm 0,04	6,80 \pm 0,11	7,22 \pm 0,31	6,84 \pm 0,10	6,87 \pm 0,06	6,79 \pm 0,11	7,05 \pm 0,09	6,91 \pm 0,03	7,07 \pm 0,04	6,83 \pm 0,10	7,26 \pm 0,25	7,14 \pm 0,10	7,27 \pm 5,50	6,95 \pm 0,08	7,25 \pm 0,11	7,02 \pm 0,06	7,14 \pm 0,23	6,97 \pm 0,10	6,89 \pm 0,42	6,88 \pm 0,22
CV(%)	0,66	1,72	4,39	1,50	0,88	1,64	1,31	0,50	0,60	1,50	3,52	1,46	0,75	1,23	1,53	0,90	3,25	1,57	6,09	3,22

Tabla n°55. Valores de pH en espinacas comerciales cocidas (producto sólido y líquido de cocción), conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis, correspondiente a la marca 3. lote 1 y 2.

	MARCA 3.-Lote 1										MARCA 3.-Lote 2									
	C-3		C-7		C-17		C-24		C-30		C-3		C-7		C-17		C-24		C-30	
	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
Mes I	7,18	6,90	7,12	7,02	7,24	6,98	6,92	6,96	7,10	6,75	7,25	7,06	7,73	6,90	7,78	7,38	7,00	7,72	7,77	7,34
Mes II	6,93	6,74	7,04	6,82	6,95	6,94	6,94	6,83	7,04	6,91	7,78	7,31	7,90	7,23	7,67	7,05	7,65	7,09	7,66	7,10
Mes III	6,93	6,79	7,09	6,90	7,14	6,85	7,18	6,93	7,15	6,86	7,90	7,44	7,65	6,33	6,89	7,39	6,82	7,23	6,83	7,36
Mes IV	7,03	6,84	7,03	6,91	7,08	6,90	7,03	6,95	7,14	6,88	7,80	6,99	7,56	6,92	7,39	6,92	7,71	6,99	7,54	6,73
$\bar{X} \pm D \cdot E$	7,01 \pm 0,11	6,81 \pm 0,06	7,07 \pm 0,04	6,91 \pm 0,08	7,10 \pm 0,12	6,91 \pm 0,05	7,01 \pm 0,11	6,91 \pm 0,05	7,10 \pm 0,04	6,85 \pm 0,06	7,68 \pm 0,29	7,20 \pm 0,21	7,71 \pm 0,14	6,84 \pm 0,37	7,43 \pm 0,39	7,18 \pm 0,23	7,29 \pm 0,45	7,25 \pm 0,32	7,45 \pm 0,42	7,13 \pm 0,29
CV(%)	1,68	1,00	0,60	1,18	1,70	0,80	1,68	0,86	0,70	1,01	3,81	2,92	1,87	5,47	5,34	3,29	6,18	4,45	5,68	4,11

Tabla n°56. Valores de pH en espinacas experimentales, en las distintas fases del procesado tecnológico.

	Producto sólido			Líquido	
	Frescas	Escaldadas	Congeladas 24 horas	Escaldado	Enfriamiento
MUESTRA A.	6,46	6,65	6,63	7,17	7,18
MUESTRA B.	6,37	6,88	6,73	7,07	7,20
MUESTRA C.	6,30	6,62	6,69	6,98	6,93

Tabla n°57. Valores de pH en espinacas experimentales crudas, durante los meses del análisis.

	MUESTRA A.	MUESTRA B.	MUESTRA C.
Mes I	6,40	6,54	6,49
Mes IV	6,64	6,91	6,71
$\bar{X} \pm D \cdot E$ CV(%)	6,52 \pm 0,16 2,60	6,72 \pm 0,26 3,89	6,60 \pm 0,15 2,35

Tabla n°58. Valores de pH en espinacas experimentales cocidas (producto sólido y líquido de cocción), durante los meses del análisis.

	MUESTRA A.		MUESTRA B.		MUESTRA C.	
	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
Mes I	6,44	6,18	6,60	6,35	6,54	6,28
Mes IV	6,58	6,61	6,72	6,65	6,67	6,49
$\bar{X} \pm D \cdot E$ (CV%)	6,51 \pm 0,09 1,52	6,39 \pm 0,30 4,75	6,66 \pm 0,08 1,27	6,50 \pm 0,21 3,26	6,60 \pm 0,09 1,39	6,38 \pm 0,14 2,32

Tabla n°59. Valores de pH en espinacas experimentales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en refrigeración (R-n), durante los meses del análisis.

		Cruda	Cocida		R-1		R-2		R-4		R-8	
		Sólido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
MUESTRA A.	Mes I	6,40	6,44	6,18	6,48	6,39	6,91	6,59	6,54	6,42	6,66	6,24
	Mes IV	6,64	6,58	6,61	6,66	6,53	6,58	6,68	5,82	6,45	6,32	5,99
	$\bar{X} \pm D \cdot E$ CV(%)	6,52 \pm 0,16 2,60	6,51 \pm 0,09 1,52	6,39 \pm 0,30 4,75	6,57 \pm 0,12 1,93	6,46 \pm 0,09 1,53	6,74 \pm 0,23 3,45	6,63 \pm 0,06 0,95	6,18 \pm 0,50 8,23	6,43 \pm 0,02 0,32	6,49 \pm 0,24 3,70	6,11 \pm 0,17 2,89
MUESTRA B.	Mes I	6,54	6,60	6,35	6,67	6,52	6,80	6,66	6,77	6,50	7,01	6,36
	Mes IV	6,91	6,72	6,65	6,81	6,61	6,83	6,68	6,17	6,41	7,12	5,72
	$\bar{X} \pm D \cdot E$ CV(%)	6,72 \pm 0,26 3,89	6,66 \pm 0,08 1,27	6,50 \pm 0,21 3,26	6,74 \pm 0,09 1,46	6,56 \pm 0,06 0,96	6,81 \pm 0,02 0,31	6,67 \pm 0,01 0,21	6,47 \pm 0,42 6,55	6,45 \pm 0,06 0,98	7,06 \pm 0,07 1,10	6,04 \pm 0,45 7,49
MUESTRA C.	Mes I	6,49	6,54	6,28	6,59	6,42	6,72	6,57	6,62	6,46	6,98	6,35
	Mes IV	6,71	6,67	6,49	6,77	6,46	6,80	6,50	6,50	6,37	6,97	6,07
	$\bar{X} \pm D \cdot E$ CV(%)	6,60 \pm 0,15 2,35	6,60 \pm 0,09 1,39	6,38 \pm 0,14 2,32	6,68 \pm 0,12 1,90	6,44 \pm 0,02 0,43	6,76 \pm 0,05 0,83	6,35 \pm 0,04 0,75	6,56 \pm 0,08 1,29	6,41 \pm 0,06 0,99	6,97 \pm 0,007 0,10	6,21 \pm 0,19 3,18

Tabla n°60. Valores de pH en espinacas experimentales crudas, cocidas (producto sólido y líquido de cocción) y conservadas varios días (n) en congelación (C-n), durante los meses del análisis.

		Cruda	Cocida		C-3		C-7		C-17		C-24		C-30	
		Sólido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido
MUESTRA A.	Mes I	6,40	6,44	6,18	6,63	6,47	6,76	6,53	6,61	6,71	6,73	6,51	6,79	6,73
	Mes IV	6,64	6,58	6,61	6,63	6,65	6,69	6,36	6,31	6,36	6,19	6,23	6,34	6,65
	$\bar{X} \pm D \cdot E$ CV(%)	6,52 \pm 0,16 2,60	6,51 \pm 0,09 1,52	6,39 \pm 0,30 4,75	6,63 \pm 0,00 0,00	6,56 \pm 0,12 1,94	6,72 \pm 0,04 0,73	6,44 \pm 0,12 1,86	6,46 \pm 0,21 3,28	6,53 \pm 0,24 3,78	6,46 \pm 0,38 5,91	6,37 \pm 0,19 3,10	6,56 \pm 0,31 4,84	6,69 \pm 0,05 0,84
MUESTRA B.	Mes I	6,54	6,60	6,35	6,85	6,68	6,80	6,70	6,74	6,81	6,77	6,69	6,86	6,66
	Mes IV	6,91	6,72	6,65	6,77	6,68	6,77	6,50	6,52	6,44	6,33	6,63	6,65	6,45
	$\bar{X} \pm D \cdot E$ CV(%)	6,72 \pm 0,26 3,89	6,66 \pm 0,08 1,27	6,50 \pm 0,21 3,26	6,81 \pm 0,05 0,83	6,68 \pm 0,00 0,00	6,78 \pm 0,02 0,31	6,60 \pm 0,14 2,14	6,63 \pm 0,15 2,34	6,62 \pm 0,26 3,95	6,55 \pm 0,31 4,75	6,66 \pm 0,04 0,63	6,75 \pm 0,14 2,19	6,55 \pm 0,14 2,26
MUESTRA C.	Mes I	6,49	6,54	6,28	6,64	6,51	6,70	6,56	6,70	6,70	7,15	6,53	6,73	6,54
	Mes IV	6,71	6,67	6,49	6,73	6,57	6,76	6,41	6,41	6,35	6,39	6,08	6,57	6,38
	$\bar{X} \pm D \cdot E$ CV(%)	6,60 \pm 0,15 2,35	6,60 \pm 0,09 1,39	6,38 \pm 0,14 2,32	6,68 \pm 0,06 0,95	6,54 \pm 0,04 0,64	6,73 \pm 0,04 0,63	6,48 \pm 0,10 1,63	6,55 \pm 0,20 3,12	6,52 \pm 0,24 3,79	6,77 \pm 0,53 7,93	6,30 \pm 0,31 5,04	6,65 \pm 0,11 1,70	6,46 \pm 0,11 1,75

Tabla n°61. Humedad en espinacas comerciales crudas y cocidas (producto sólido), durante los meses del análisis, expresado en %.

	MARCA 1.				MARCA 2.				MARCA 3.			
	Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2		Lote 1		Lote 2	
	Cruda	Cocida	Cruda	Cocida	Cruda	Cocida	Cruda	Cocida	Cruda	Cocida	Cruda	Cocida
Mes I	90,70	92,64	90,64	90,87	89,80	89,22	91,19	90,04	89,88	90,90	90,67	91,08
Mes II	88,80	90,17	90,76	91,32	89,62	90,34	90,31	90,02	90,24	89,84	92,99	91,10
Mes III	91,81	91,00	91,03	91,73	89,32	90,14	91,10	90,71	90,48	90,02	90,42	91,29
Mes IV	90,39	90,44	89,94	89,73	86,23	89,58	89,94	88,61	90,01	90,22	89,78	88,42
$\bar{X} \pm D \cdot E$ CV(%)	90,42 \pm 1,07 1,19	91,06 \pm 0,95 1,05	90,59 \pm 0,40 0,44	90,91 \pm 0,74 0,82	88,74 \pm 1,46 1,64	89,82 \pm 0,44 0,49	90,63 \pm 0,52 0,58	89,84 \pm 0,76 0,85	90,15 \pm 0,22 0,25	90,24 \pm 0,40 0,44	90,96 \pm 1,21 1,33	90,47 \pm 1,18 1,31

Tabla n°62. Humedad en espinacas experimentales
frescas, escaldadas y congeladas 24
horas, expresado en %.

	MUESTRA A.	MUESTRA B.	MUESTRA C.
Frescas	91,45	93,37	94,87
Escaldadas	91,26	91,73	92,84
Congeladas 24 h	91,30	92,03	92,96

Tabla n°63. Humedad en espinacas experimentales crudas y cocidas (producto sólido), durante los meses del análisis, expresado en %.

	MUESTRA A.		MUESTRA B.		MUESTRA C.	
	Cruda	Cocida	Cruda	Cocida	Cruda	Cocida
Mes I	91,06	91,64	93,04	92,16	92,85	92,83
Mes IV	90,19	91,40	88,50	90,00	89,24	90,54
$\bar{X} \pm D \cdot E$ (CV%)	90,62 \pm 0,61 0,67	91,52 \pm 0,17 0,18	90,77 \pm 3,21 3,53	91,07 \pm 1,53 1,68	91,04 \pm 2,55 2,80	91,68 \pm 1,62 1,76

Tabla n°64. Contenido de elementos minerales en espinacas comerciales crudas, cocidas y en el líquido de cocción, durante los meses del análisis (MARCA 1.-Lote 1).

MARCA 1.-Lote 1												
Mes I			Mes II			Mes III			Mes IV			
Cruda *	Cocida **	Líquido cocción ***	Cruda *	Cocida **	Líquido cocción ***	Cruda *	Cocida **	Líquido cocción ***	Cruda *	Cocida **	Líquido cocción ***	
Na	99,84±8,69 8,71	1.796,52±84,97 4,73	54,38±4,52 8,32	133,18±15,71 11,80	2.380,82±43,76 1,83	51,89±1,52 2,94	15,64±0,70 4,47	2.035,48±26,14 1,28	52,57±2,67 5,09	24,31±0,26 1,07	1.797,04±77,54 4,31	59,08±4,50 7,61
K	323,72±37,44 11,56	137,16±4,13 3,01	137,38±28,51 20,75	391,23±11,71 3,00	173,90±9,47 5,44	169,20±0,38 0,23	328,47±10,26 3,12	178,51±1,44 0,80	161,89±9,16 5,66	367,49±6,73 1,83	183,27±2,78 1,51	144,46±29,50 20,42
Mg	53,11±3,09 5,81	31,81±1,55 4,88	17,74±0,08 0,45	68,53±6,66 9,71	53,13±1,00 1,89	16,96±0,12 0,74	47,23±3,95 8,36	34,27±4,00 11,68	17,24±0,01 3,59	54,68±2,59 4,74	40,18±0,54 1,35	15,89±0,11 0,69
Ca	126,74±0,94 0,74	109,30±12,52 11,45	2,28±0,59 26,20	152,50±0,96 0,63	138,18±1,91 1,38	1,84±0,02 1,22	107,07±5,15 4,81	125,84±1,83 1,45	2,41±0,14 5,87	134,60±0,08 0,06	131,40±11,02 8,39	1,82±0,06 3,29
Mn	0,58±0,05 9,33	0,38±0,02 5,56	0,11±0,004 4,05	0,75±0,06 8,78	0,51±0,03 7,01	0,11±0,005 4,96	0,54±0,02 4,25	0,55±0,07 12,72	0,11±0,01 13,32	0,60±0,05 9,13	0,53±0,02 5,50	0,11±0,02 18,18
Fe	2,56±0,28 11,00	1,94±0,11 5,67	0,79±0,02 3,37	3,24±0,51 15,72	3,03±0,48 15,91	0,52±0,04 8,20	1,97±0,05 2,96	2,16±0,09 4,37	0,32±0,09 29,32	2,58±0,07 3,04	2,25±0,05 2,59	0,39±0,05 18,18
Cu	0,47±0,04 10,50	0,30±0,04 15,22	0,13±0,009 6,63	0,28±0,02 9,92	0,30±0,08 26,90	0,06±0,01 21,10	0,29±0,009 3,10	0,21±0,04 22,16	0,07±0,01 20,20	0,35±0,08 22,41	0,32±0,05 17,82	0,09±0,01 11,11
Zn	2,64±0,03 1,41	1,67±0,16 9,58	0,31±0,01 4,66	3,01±0,05 1,85	2,39±0,06 2,80	0,27±0,008 3,07	2,73±0,64 23,48	2,13±0,08 4,13	0,28±0,02 9,54	2,48±0,06 2,53	2,28±0,13 5,74	0,35±0,01 2,85

* mg por 100g de producto crudo
Los resultados expresan $\bar{X} \pm E$ (C.V %)

** mg en el producto cocido procedente de 100g de muestra cruda

*** mg cedidos a 1 litro por 100g de muestra cruda, a excepción del Na

Tabla n°65. Contenido de elementos minerales en espinacas comerciales crudas, cocidas y en el líquido de cocción, durante los meses del análisis (MARCA 1.-Lote 2).

MARCA 1.-Lote 2												
	Mes I			Mes II			Mes III			Mes IV		
	Cruda	Cocida	Líquido cocción	Cruda	Cocida	Líquido cocción	Cruda	Cocida	Líquido cocción	Cruda	Cocida	Líquido cocción
	*	**	***	*	**	***	*	**	***	*	**	***
Na	24,90±5,67 22,77	1.597,23±24,90 1,55	46,11±5,44 11,80	23,26±0,30 1,32	1.302,37±58,49 4,49	47,95±3,61 7,54	22,72±1,75 7,72	1.480,82±0,49 0,03	42,55±2,96 6,96	24,19±2,05 8,50	1.603,24±118,96 7,42	47,82±5,16 10,80
K	269,87±0,83 0,30	152,97±26,02 17,01	98,06±0,68 0,69	269,15±16,95 6,29	125,72±23,98 19,07	107,98±6,20 5,74	262,72±23,44 8,92	160,73±5,43 3,38	120,18±7,22 6,01	273,16±1,11 0,40	170,84±2,98 1,74	109,27±8,76 8,02
Mg	34,08±0,59 1,75	27,18±4,17 15,37	9,05±0,57 6,34	30,10±3,04 10,12	21,57±2,65 12,29	9,63±0,19 2,03	32,64±3,12 9,57	23,07±3,27 14,18	9,49±0,29 3,10	39,29±6,61 16,84	28,57±5,85 20,50	9,43±0,50 5,36
Ca	150,22±7,27 4,84	149,88±1,18 0,78	1,39±0,25 17,96	152,61±3,95 2,58	133,20±5,37 4,03	1,40±0,40 28,85	133,88±0,82 0,61	130,04±0,11 0,08	1,50±0,18 12,44	169,22±6,31 3,73	184,32±6,91 3,75	1,37±0,14 10,57
Mn	0,42±0,02 5,00	0,33±0,03 11,52	0,06±0,008 12,69	0,41±0,01 3,24	0,29±0,02 6,77	0,07±0,004 5,89	0,34±0,006 1,85	0,26±0,001 0,50	0,05±0,003 6,32	0,43±0,03 7,90	0,37±0,02 7,59	0,07±0,005 6,90
Fe	1,74±0,16 9,46	1,48±0,33 22,93	0,25±0,06 24,00	1,22±0,16 13,58	1,04±0,08 8,57	0,45±0,08 17,85	1,26±0,24 19,19	1,18±0,07 6,09	0,27±0,05 18,60	1,32±0,19 14,82	1,56±0,09 6,02	0,34±0,02 7,73
Cu	0,17±0,01 7,23	0,23±0,003 1,40	0,03±0,003 9,68	0,14±0,02 13,84	0,11±0,03 26,31	0,03±0,001 4,56	0,15±0,02 14,32	0,24±0,02 11,10	0,03±0,004 14,62	0,27±0,02 9,29	0,19±0,01 7,72	0,05±0,007 15,40
Zn	1,05±0,14 14,00	0,83±0,03 3,61	0,13±0,01 9,42	0,84±0,10 11,88	0,67±0,09 13,32	0,13±0,008 6,52	0,62±0,003 0,56	0,67±0,03 5,25	0,11±0,01 9,10	0,81±0,09 11,18	0,73±0,09 12,28	0,13±0,002 1,89

* mg por 100g de producto crudo
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D-E$ (C.V. %)

** mg en el producto cocido procedente de 100g de muestra cruda

*** mg cedidos a 1 litro por 100g de muestra cruda, a excepción del Na

Tabla n°66. Contenido de elementos minerales en espinacas comerciales crudas, cocidas y en el líquido de cocción, durante los meses del análisis (MARCA 2.-Lote 1).

MARCA 2.-Lote I												
	Mes I			Mes II			Mes III			Mes IV		
	Cruda *	Cocida **	Líquido cocción ***	Cruda *	Cocida **	Líquido cocción ***	Cruda *	Cocida **	Líquido cocción ***	Cruda *	Cocida **	Líquido cocción ***
Na	59,51±0,65 16,23	2.393,37±173,09 7,23	65,23±6,64 10,19	67,83±0,10 0,15	2.080,48±81,59 3,90	78,56±8,68 11,05	65,86±4,34 6,60	1.726,53±17,63 1,02	70,83±5,82 8,22	67,31±5,92 8,79	1.916,00±45,01 2,34	65,14±3,19 4,90
K	218,05±3,20 1,46	210,86±1,39 0,66	115,18±15,38 13,35	291,07±22,11 7,59	147,83±41,16 27,84	156,47±10,57 6,75	244,94±5,96 2,43	119,10±12,12 10,17	128,19±2,94 2,29	331,33±6,29 1,89	157,71±2,65 1,68	121,24±21,16 17,45
Mg	54,89±0,26 0,48	44,43±0,82 1,85	15,57±1,57 10,10	49,08±2,56 5,22	42,34±3,06 7,22	18,63±0,05 0,31	57,37±4,17 7,27	39,37±4,49 11,40	19,05±0,73 3,82	74,70±4,52 6,05	44,42±0,13 0,30	17,15±0,73 4,28
Ca	134,76±0,60 0,45	159,27±5,41 3,39	2,55±0,36 14,21	146,48±1,25 0,85	142,92±1,94 1,35	2,45±0,45 18,45	151,94±1,23 0,80	144,17±0,95 0,66	3,06±0,46 15,25	196,80±2,41 1,22	167,06±15,07 9,02	2,45±0,09 3,89
Mn	0,34±0,01 3,81	0,31±0,002 0,88	0,06±0,003 5,16	0,35±0,005 1,60	0,28±0,01 3,61	0,06±0,01 16,14	0,35±0,02 6,46	0,24±0,007 3,29	0,07±0,002 4,09	0,46±0,01 3,18	0,28±0,03 11,17	0,06±0,001 1,56
Fe	2,01±0,01 0,80	1,21±0,03 16,73	0,35±0,06 19,00	2,04±0,01 0,69	2,18±0,26 12,00	0,31±0,01 5,71	2,46±0,22 9,19	1,45±0,40 27,58	0,30±0,01 5,60	3,17±0,31 9,98	2,19±0,35 16,01	0,31±0,001 0,45
Cu	0,35±0,04 11,76	0,20±0,03 16,67	0,01±0,0007 4,28	0,25±0,03 0,14	0,28±0,05 20,81	0,04±0,002 7,07	0,31±0,03 10,50	0,23±0,04 17,19	0,05±0,005 10,47	0,52±0,12 24,86	0,18±0,01 8,55	0,05±0,004 7,90
Zn	0,59±0,009 1,54	0,88±0,06 7,36	0,12±0,006 5,23	0,54±0,01 3,36	0,48±0,05 12,24	0,11±0,01 15,39	0,63±0,03 4,79	0,47±0,002 0,55	0,01±0,001 9,42	0,67±0,006 0,94	0,46±0,06 13,04	0,13±0,01 7,51

* mg por 100g de producto crudo
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C.V. %)

** mg en el producto cocido procedente de 100g de muestra cruda

*** mg cedidos a 1 litro por 100g de muestra cruda, a excepción del Na

Tabla n°67. Contenido de elementos minerales en espinacas comerciales crudas, cocidas y en el líquido de cocción, durante los meses del análisis (MARCA 2.-Lote 2).

MARCA 2.-Lote 2												
Mes I			Mes II			Mes III			Mes IV			
Cruda	Cocida	Líquido cocción	Cruda	Cocida	Líquido cocción	Cruda	Cocida	Líquido cocción	Cruda	Cocida	Líquido cocción	
*	**	***	*	**	***	*	**	***	*	**	***	
Na	75,73±6,46 8,53	1.630,53±6,77 0,41	89,67±8,10 9,03	97,03±2,08 2,14	2.139,51±149,95 7,00	87,92±0,60 0,69	78,28±3,44 4,40	1.930,53±112,23 5,81	55,76±12,87 23,09	85,82±5,70 6,64	1.815,59±288,34 15,88	76,41±3,35 4,39
K	234,98±3,13 1,33	92,67±2,08 2,25	114,39±15,08 13,18	259,43±3,69 1,42	125,13±15,92 12,72	102,36±5,97 5,83	205,18±7,10 3,46	111,23±5,87 5,28	57,75±5,81 10,05	217,12±0,44 0,20	116,18±16,83 14,48	112,49±14,42 12,82
Mg	77,29±1,22 1,58	58,48±1,40 2,41	17,93±1,09 6,07	77,19±4,43 5,74	59,88±7,04 11,76	18,24±0,58 3,20	71,71±1,33 1,86	55,76±0,04 0,08	17,25±1,42 8,26	88,03±0,93 1,06	58,85±8,15 13,85	11,95±0,48 4,08
Ca	200,75±5,60 2,79	197,01±12,30 8,12	4,08±0,60 14,89	165,88±23,87 14,39	208,75±1,88 0,90	3,73±0,12 3,27	182,34±2,67 1,46	195,90±0,69 0,35	2,80±0,36 12,87	213,27±3,31 1,55	201,80±27,96 13,85	2,90±0,23 8,02
Mn	0,44±0,007 1,75	0,38±0,02 5,94	0,08±0,01 14,20	0,47±0,00 0,00	0,40±0,005 1,32	0,07±0,003 4,21	0,41±0,004 1,01	0,40±0,07 17,82	0,06±0,005 7,69	0,51±0,008 1,63	0,44±0,06 13,79	0,05±0,001 2,77
Fe	2,03±0,15 7,44	1,84±8,41 4,56	0,40±0,09 22,53	1,91±1,41 0,07	1,74±0,11 6,71	0,34±0,02 7,73	1,94±0,06 3,19	1,65±0,06 3,80	0,38±0,05 14,17	2,01±0,33 16,64	1,68±0,23 13,87	0,49±0,04 9,65
Cu	0,18±0,01 6,14	0,21±0,002 1,28	0,07±0,008 12,36	0,17±0,01 9,53	0,17±0,04 26,75	0,03±0,007 23,26	0,21±0,03 0,16	0,14±0,02 13,86	0,05±0,002 3,89	0,23±0,02 10,03	0,12±0,01 12,85	0,05±0,01 28,28
Zn	0,49±0,0007 0,14	0,49±0,07 15,58	0,12±0,01 8,72	0,47±0,03 6,55	0,46±0,06 14,11	0,13±0,03 26,16	0,69±0,03 4,47	0,58±0,0005 0,09	0,09±0,007 7,28	0,66±0,07 11,87	0,56±0,07 13,71	0,09±0,002 2,24

* mg por 100g de producto crudo

** mg en el producto cocido procedente de 100g de muestra cruda

*** mg cedidos a 1 litro por 100g de muestra cruda, a excepción del Na

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C.V %)

Tabla n°68. Contenido de elementos minerales en espinacas comerciales crudas, cocidas y en el líquido de cocción, durante los meses del análisis (MARCA 3.-Lote 1).

MARCA 3.-Lote 1												
	Mes I			Mes II			Mes III			Mes IV		
	Cruda	Cocida	Líquido cocción	Cruda	Cocida	Líquido cocción	Cruda	Cocida	Líquido cocción	Cruda	Cocida	Líquido cocción
	*	**	***	*	**	***	*	**	***	*	**	***
Na	119,58±4,31 3,60	1.945,11±114,72 5,89	87,73±6,73 7,67	124,57±6,60 5,30	2.528,33±210,41 8,32	73,48±2,09 2,85	126,98±5,74 4,52	2.779,17±371,74 13,37	74,50±0,14 0,19	130,14±9,70 7,45	2.603,36±372,38 14,30	76,67±2,94 3,83
K	227,67±13,27 5,82	95,64±0,51 0,53	81,78±2,22 2,71	215,24±7,17 3,33	126,11±1,74 1,38	86,44±4,22 4,88	217,35±13,54 6,23	112,88±10,86 9,62	101,36±9,25 9,12	314,63±19,70 6,26	95,88±0,95 0,99	82,51±6,11 7,40
Mg	48,20±2,26 4,69	29,35±3,00 10,22	11,96±0,48 4,09	41,00±0,09 0,22	32,18±1,86 5,79	11,83±0,12 1,09	45,35±2,63 5,81	32,68±0,26 0,80	10,92±0,73 6,69	59,24±1,26 2,13	30,96±3,14 10,16	11,16±1,37 12,33
Ca	217,79±19,07 8,75	161,83±0,37 0,23	3,90±0,74 19,05	215,83±9,36 4,33	188,56±0,62 0,32	4,41±0,76 17,31	216,23±2,28 1,05	223,52±2,36 1,05	3,17±0,28 8,98	150,35±16,72 11,12	116,10±3,49 3,00	3,16±0,54 17,06
Mn	0,56±0,004 0,75	0,34±0,01 5,11	0,09±0,0002 0,21	0,57±0,009 1,73	0,39±0,008 2,16	0,07±0,02 26,70	0,54±0,02 4,77	0,48±0,02 6,22	0,08±0,008 9,75	0,48±0,03 6,72	0,42±0,02 5,17	0,08±0,006 7,90
Fe	2,86±0,10 3,77	1,99±0,07 3,55	0,73±0,07 9,82	3,03±0,15 5,01	2,31±0,26 11,47	0,34±0,01 3,28	2,95±0,16 5,55	2,70±0,33 12,31	0,51±0,0007 0,13	4,48±0,11 2,45	2,72±0,13 4,90	0,56±0,03 6,27
Cu	0,16±0,02 14,35	0,15±0,02 12,55	0,15±0,01 11,09	0,25±0,02 8,54	0,13±0,04 33,89	0,03±0,003 9,95	0,15±9,19 5,83	0,17±0,01 9,88	0,05±0,001 2,88	0,26±0,01 7,16	0,22±0,01 8,41	0,05±0,006 11,26
Zn	0,40±0,01 4,71	0,29±0,01 6,53	0,17±0,01 7,44	0,40±0,01 3,53	0,35±0,01 3,18	0,15±0,005 3,14	0,41±0,01 4,65	0,36±0,01 3,08	0,12±0,004 3,44	0,69±0,09 14,23	0,44±0,03 8,50	0,10±0,01 10,14

* mg por 100g de producto crudo

** mg en el producto cocido procedente de 100g de muestra cruda

*** mg cedidos a 1 litro por 100g de muestra cruda, a excepción del Na

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D-E$ (C-V %)

Tabla n°69. Contenido de elementos minerales en espinacas comerciales crudas, cocidas y en el líquido de cocción, durante los meses del análisis (MARCA 3-Lote 2).

MARCA 3.-Lote 2												
Mes I			Mes II			Mes III			Mes IV			
Cruda	Cocida	Líquido cocción	Cruda	Cocida	Líquido cocción	Cruda	Cocida	Líquido cocción	Cruda	Cocida	Líquido cocción	
*	**	***	*	**	***	*	**	***	*	**	***	
Na	104,64±8,63 8,24	1.806,04±152,72 8,45	85,19±14,15 16,61	83,89±2,22 2,64	1.899,02±144,07 7,58	63,61±17,35 27,27	113,74±10,11 8,89	2.552,92±80,41 3,15	45,52±0,90 1,98	130,13±3,91 3,01	2.620,61±193,33 7,37	115,47±8,92 7,72
K	251,13±2,82 1,12	102,78±18,47 17,97	54,60±10,71 19,61	215,57±16,77 7,78	106,99±3,39 3,16	37,47±12,54 33,47	283,32±17,81 6,28	159,90±5,04 3,15	51,49±4,79 9,31	184,79±5,23 2,83	134,58±22,85 16,98	137,45±8,42 6,12
Mg	62,12±1,55 2,49	33,64±6,07 18,05	18,53±0,89 4,82	54,66±1,61 2,96	36,97±0,74 2,01	17,58±2,65 15,07	65,66±4,82 7,35	38,45±0,87 2,28	10,70±0,35 3,28	45,06±4,62 10,26	50,00±6,79 13,58	15,57±0,86 5,56
Ca	138,22±3,00 2,17	122,33±7,70 6,29	6,26±0,31 4,98	113,08±3,65 3,23	121,74±2,42 1,99	6,73±1,49 22,25	155,91±13,98 8,97	135,88±0,04 0,03	3,25±0,57 17,51	242,27±3,21 1,32	174,77±9,62 5,50	3,18±0,79 25,04
Mn	0,43±0,01 3,86	0,29±0,01 4,23	0,08±0,01 12,60	0,38±0,01 3,66	0,31±0,02 7,42	0,08±0,006 7,71	0,47±0,03 7,83	0,32±0,01 3,60	0,06±0,004 6,25	0,57±0,03 5,73	0,41±0,02 6,17	0,08±0,006 7,24
Fe	5,63±0,34 6,07	4,25±0,63 14,80	0,86±0,09 10,43	3,26±0,27 8,32	2,81±0,27 9,66	0,68±0,01 2,06	4,56±0,05 1,20	3,43±0,14 4,25	0,34±0,05 16,62	3,28±0,14 4,28	4,02±0,19 4,85	0,55±0,06 11,86
Cu	0,22±0,0007 0,31	0,17±0,01 8,39	0,12±0,02 19,65	0,23±0,05 24,67	0,16±0,06 36,89	0,12±0,02 17,96	0,27±0,03 12,25	0,18±0,003 1,68	0,02±0,004 16,97	0,25±0,05 22,32	0,16±0,01 8,71	0,06±0,007 11,40
Zn	0,57±0,02 3,58	0,45±0,01 3,40	0,20±0,01 6,31	0,43±0,06 15,06	0,34±0,007 2,23	0,16±0,02 15,94	0,65±0,01 2,81	0,49±0,02 4,33	0,09±0,02 22,22	0,56±0,04 8,15	0,52±0,02 5,44	0,16±0,01 9,42

* mg por 100g de producto crudo
Los resultados expresan $\bar{X} \pm E$ (C.V %)

** mg en el producto cocido procedente de 100g de muestra cruda

*** mg cedidos a 1 litro por 100g de muestra cruda, a excepción del Na

Tabla n°70. Contenido de elementos minerales en espinacas experimentales crudas, cocidas y en el líquido de cocción, durante los meses del análisis, correspondiente a la muestra A.

MUESTRA A.						
	Mes I			Mes IV		
	Cruda *	Cocida **	Líquido cocción ***	Cruda *	Cocida **	Líquido cocción ***
Na	81,57±10,12 12,41	1.418,59±69,87 4,92	70,54±2,02 2,87	83,84±5,87 7,00	1.927,29±216,08 11,21	113,73±16,15 14,20
K	346,65±32,20 9,29	133,33±3,16 2,37	133,37±8,30 6,22	312,74±8,53 2,72	132,02±1,16 0,88	131,85±19,26 14,61
Mg	56,20±5,21 9,27	21,28±2,10 9,86	15,63±1,35 8,64	64,64±2,61 4,04	28,97±1,37 4,76	16,03±0,10 0,63
Ca	129,42±0,44 0,34	101,13±2,21 2,18	1,60±0,09 5,78	146,18±8,98 6,14	111,94±2,85 2,55	2,58±0,34 13,28
Mn	0,53±0,03 6,40	0,28±0,02 7,46	0,10±0,004 4,04	0,57±0,007 1,35	0,31±0,004 1,53	0,10±0,003 3,44
Fe	1,32±0,11 8,57	0,73±0,11 16,18	0,45±0,09 22,13	1,82±0,18 10,28	0,95±0,23 25,17	0,57±0,04 7,48
Cu	0,29±0,04 15,87	0,12±0,01 8,33	0,08±0,01 14,39	0,34±0,03 11,57	0,17±0,02 14,88	0,04±0,002 6,73
Zn	1,05±0,03 3,60	0,60±0,004 0,76	0,21±0,03 16,56	1,13±0,03 2,68	0,65±0,02 3,70	0,20±0,003 1,74

* mg por 100g de producto crudo *** mg cedidos a 1 litro por 100g de muestra cruda

** mg en el producto cocido procedente de 100g de muestra cruda, a excepción del Na

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C.V. %)

Tabla n°71. Contenido de elementos minerales en espinacas experimentales crudas, cocidas y en el líquido de cocción, durante los meses del análisis, correspondiente a la muestra B.

MUESTRA B.						
	Mes I			Mes IV		
	Cruda	Cocida	Líquido cocción	Cruda	Cocida	Líquido cocción
	*	**	***	*	**	***
Na	44,84±2,92 6,52	1.476,85±144,90 9,81	53,92±13,04 24,18	56,85±3,50 6,16	2.140,42±77,44 3,61	122,34±4,47 3,66
K	239,25±2,04 0,85	105,43±3,78 3,59	91,10±15,28 16,77	272,39±10,58 3,88	112,78±0,54 0,48	133,65±12,54 9,38
Mg	97,38±5,02 5,16	54,54±7,14 13,09	18,47±3,32 18,00	133,24±4,78 3,59	81,59±3,62 4,43	21,14±0,45 2,17
Ca	118,90±5,31 4,47	95,05±4,93 5,19	1,92±0,33 17,61	204,21±0,65 0,32	127,73±5,04 3,95	3,69±0,02 0,65
Mn	0,30±0,006 2,10	0,21±0,004 1,96	0,03±0,007 18,16	0,51±0,02 5,12	0,31±0,02 6,44	0,05±0,009 18,51
Fe	1,22±0,19 16,12	0,92±0,08 8,40	0,43±0,07 17,79	2,65±0,58 22,06	1,35±0,07 5,22	0,45±0,04 10,52
Cu	0,19±0,009 5,02	0,10±0,01 16,82	0,06±0,001 2,17	0,37±0,05 15,42	0,19±0,02 13,34	0,09±0,01 19,58
Zn	0,99±0,04 4,33	0,76±0,005 0,74	0,16±0,01 7,48	1,73±0,14 8,38	1,04±0,01 1,57	0,23±0,01 5,92

* mg por 100g de producto crudo *** mg cedidos a 1 litro por 100g de muestra cruda

** mg en el producto cocido procedente de 100g de muestra cruda, a excepción del Na

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D-E$ (C-V %)

Tabla n°72. Contenido de elementos minerales en espinacas experimentales crudas, cocidas y en el líquido de cocción, durante los meses del análisis, coresspondiente a la muestra C.

MUESTRA C.						
	Mes I			Mes IV		
	Cruda *	Cocida **	Líquido cocción ***	Cruda *	Cocida **	Líquido cocción ***
Na	49,77±10,98 22,07	1.219,50±18,90 1,55	61,00±9,35 15,33	47,70±0,77 1,63	2.055,43±322,69 15,69	65,09±3,49 5,37
K	290,22±29,81 10,27	116,19±8,37 7,20	100,24±11,04 11,01	291,84±15,64 5,36	127,17±7,59 5,96	98,67±10,69 10,83
Mg	45,58±1,86 4,09	30,88±6,01 19,46	12,25±0,99 8,13	63,51±4,94 7,79	27,92±0,97 3,50	12,56±0,09 0,72
Ca	116,64±1,69 1,45	86,21±1,21 1,41	1,86±0,08 4,80	193,03±1,93 1,00	135,45±8,55 6,31	4,62±0,48 10,54
Mn	0,30±0,01 4,59	0,17±0,002 1,38	0,04±0,001 3,34	0,44±0,01 4,32	0,26±0,007 2,86	0,05±0,009 16,48
Fe	1,34±0,09 7,18	0,82±0,02 3,55	0,21±0,04 19,68	2,03±0,14 7,29	1,28±0,20 15,89	0,38±0,06 17,75
Cu	0,16±0,01 8,97	0,13±0,004 3,17	0,03±0,007 19,64	0,40±0,06 15,71	0,20±0,01 6,28	0,10±0,02 20,77
Zn	1,19±0,03 3,31	0,79±0,004 0,53	0,14±0,01 11,72	1,80±0,07 3,92	1,09±0,09 8,57	0,17±0,0007 0,39

* mg por 100g de producto crudo *** mg cedidos a 1 litro por 100g de muestra cruda

** mg en el producto cocido procedente de 100g de muestra cruda, a excepción del Na

Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C-V %)

Tabla n°73. Contenido de elementos minerales en espinacas experimentales, congeladas durante 24 horas, después del escaldado.

	MUESTRA A. *	MUESTRA B. *	MUESTRA C. *
Na	66,43±2,35 3,54	46,99±5,01 10,66	41,12±0,57 1,41
K	320,96±20,01 6,23	233,74±37,81 16,17	340,90±2,31 0,67
Mg	42,92±0,44 1,03	75,03±1,09 1,46	65,27±1,25 1,91
Ca	115,36±6,83 5,92	117,31±29,82 25,42	123,27±1,60 1,30
Mn	0,48±0,04 8,38	0,32±0,06 18,65	0,28±0,07 25,64
Fe	1,24±0,07 5,70	1,50±0,34 23,02	1,66±0,03 2,12
Cu	0,19±0,004 2,59	0,17±0,02 14,46	0,20±0,0007 0,34
Zn	0,96±0,04 4,41	1,05±0,21 20,20	1,26±0,007 0,55

* mg por 100g de producto crudo
Los resultados expresan $\bar{X} \pm D \cdot E$ (C.V %)

Tabla n° 74. ANOVA PARA EL NITRATO EN ESPINACAS COMERCIALES COCIDAS REFRIGERADAS (PRODUCTO SÓLIDO)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	4403097.2	2	2201548.6	67.749	.0000
mes	496546.7	3	165515.6	5.093	.0034
días	4292450.2	3	1430816.7	44.031	.0000
lote	598263.8	1	598263.8	18.411	.0001
INTERACCIONES					
marca y mes	307452.7	6	51242.12	1.577	.1706
marca y días	1047236.2	6	174539.37	5.371	.0002
marca y lote	205333.5	2	102666.74	3.159	.0500
mes y días	516301.0	9	57366.77	1.765	.0953
mes y lote	155888.6	3	51962.87	1.599	.1996
días y lote	466104.9	3	155368.31	4.781	.0049
RESIDUAL	1852256.5	57	32495.728		
TOTAL (CORREGIDO)	14340931	95			

Tabla n° 75. ANOVA PARA EL NITRATO EN ESPINACAS COMERCIALES COCIDAS REFRIGERADAS (LÍQUIDO DE COCCIÓN)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	2398812.9	2	1199406.5	76.296	.0000
mes	49894.4	3	16631.5	1.058	.3742
días	240862.8	3	80287.6	5.107	.0034
lote	489065.8	1	489065.8	31.110	.0000
INTERACCIONES					
marca y mes	191810.1	6	31968.4	2.034	.0759
marca y días	47464.8	6	7910.8	.503	.8033
marca y lote	2481785.7	2	1240892.8	78.935	.0000
mes y días	70759.0	9	7862.1	.500	.8683
mes y lote	56641.8	3	18880.6	1.201	.3177
días y lote	33817.3	3	11272.4	.717	.5459
RESIDUAL	896069.67	57	15720.521		
TOTAL (CORREGIDO)	6956984.3	95			

Tabla n° 76. ANOVA PARA EL NITRATO EN ESPINACAS COMERCIALES COCIDAS CONGELADAS (PRODUCTO SÓLIDO)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	10197882	2	5098941.2	1217.161	.0000
mes	17352	3	5784.1	1.381	.2553
días	12759	4	3189.7	.761	.5537
lote	2903	1	2903.1	.693	.4167
INTERACCIONES					
marca y mes	131175.40	6	21862.57	5.219	.0002
marca y días	30929.15	8	3866.14	.923	.5028
marca y lote	556754.68	2	278377.34	66.451	.0000
mes y días	28725.49	12	2393.79	.571	.8582
mes y lote	47185.06	3	15728.35	3.754	.0144
días y lote	12926.47	4	3231.62	.771	.5473
RESIDUAL	310001.43	74	4189.2085		
TOTAL (CORREGIDO)	11348594	119			

Tabla n° 77. ANOVA PARA EL NITRATO EN ESPINACAS COMERCIALES COCIDAS CONGELADAS (LÍQUIDO DE COCCIÓN)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	3783371.2	2	1891685.6	296.306	.0000
mes	74107.6	3	24702.5	3.869	.0125
días	34763.2	4	8690.8	1.361	.2556
lote	603921.2	1	603921.2	94.596	.0000
INTERACCIONES					
marca y mes	77829.6	6	12971.6	2.032	.0719
marca y días	52287.4	8	6535.9	1.024	.4260
marca y lote	2109937.4	2	1054968.7	165.246	.0000
mes y días	87219.7	12	7268.3	1.138	.3434
mes y lote	60692.3	3	20230.8	3.169	.0292
días y lote	48941.2	4	12235.3	1.916	.1166
RESIDUAL	472432.99	74	6384.2295		
TOTAL (CORREGIDO)	7405503.7	119			

Tabla n° 78. ANOVA PARA EL NITRATO EN ESPINACAS EXPERIMENTALES COCIDAS REFRIGERADAS (PRODUCTO SOLIDO)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	141049.89	2	70524.947	48.389	.0002
mes	19228.15	1	19228.153	13.193	.0109
días	35726.66	3	11908.887	8.171	.0154
INTERACCIONES					
marca y mes	34699.366	2	17349.683	11.904	.0082
marca y días	8102.768	6	1350.461	.927	.5357
mes y días	25486.139	3	8495.380	5.829	.0328
RESIDUAL	8744.7830	6	1457.4638		
TOTAL (CORREGIDO)	273037.77	23			

Tabla n° 79. ANOVA PARA EL NITRATO EN ESPINACAS EXPERIMENTALES COCIDAS REFRIGERADAS (LÍQUIDO DE COCCION)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	45782.604	2	22891.302	64.154	.0001
mes	31963.051	1	31963.051	89.578	.0001
días	980.049	3	326.683	.916	.4877
INTERACCIONES					
marca y mes	2821.2344	2	1410.6172	3.953	.0803
marca y días	888.6841	6	148.1140	.415	.8456
mes y días	1833.1425	3	611.0475	1.712	.2631
RESIDUAL	2140.8986	6	356.81643		
TOTAL (CORREGIDO)	86409.663	23			

Tabla n° 80. ANOVA PARA EL NITRATO EN ESPINACAS EXPERIMENTALES COCIDAS CONGELADAS (PRODUCTO SOLIDO)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	64134.838	2	32067.419	17.372	.0012
mes	24437.660	1	24437.660	13.239	.0066
días	8093.844	4	2023.461	1.096	.4207
INTERACCIONES					
marca y mes	3307.604	2	1653.8020	.896	.4456
marca y días	12911.475	8	1613.9344	.874	.5730
mes y días	3642.634	4	910.6586	.493	.7417
RESIDUAL	14767.506	8	1845.9383		
TOTAL (CORREGIDO)	131295.56	29			

Tabla n° 81. ANOVA PARA EL NITRATO EN ESPINACAS EXPERIMENTALES COCIDAS CONGELADAS (LÍQUIDO DE COCCION)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	27623.558	2	13811.779	11.577	.0043
mes	9414.637	1	9414.637	7.892	.0229
días	4992.456	4	1248.114	1.046	.4411
INTERACCIONES					
marca y mes	1011.828	2	505.9141	.424	.6683
marca y días	12179.964	8	1522.4955	1.276	.3692
mes y días	7948.910	4	1987.2275	1.666	.2497
RESIDUAL	9544.0280	8	1193.0035		
TOTAL (CORREGIDO)	72715.380	29			

Tabla n° 82. ANOVA PARA EL NITRATO EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES COCIDAS REFRIGERADAS (PRODUCTO SOLIDO)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
tipo	2461906.9	1	2461906.9	34.307	.0000
mes	56582.2	1	56582.2	.788	.3878
días	1239886.3	3	413295.4	5.759	.0017
INTERACCIONES					
tipo y mes	215583.93	1	215583.93	3.004	.0886
tipo y días	697540.18	3	232513.39	3.240	.0287
mes y días	181360.17	3	60453.39	.842	.4764
tipo/mes/días	114915.85	3	38305.28	.534	.6610
RESIDUAL	4018626.6	56	71761.18		
TOTAL (CORREGIDO)	10158896	71			

Tabla n° 83. ANOVA PARA EL NITRATO EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES COCIDAS REFRIGERADAS (LIQUIDO DE COCCION)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
tipo	5497051.5	1	5497051.5	79.299	.0000
mes	9891.5	1	9891.5	.143	.7111
días	40295.2	3	13431.7	.194	.9002
INTERACCIONES					
tipo y mes	37054.004	1	37054.004	.535	.4755
tipo y días	41336.904	3	13778.968	.199	.8968
mes y días	14572.053	3	4857.351	.070	.9757
tipo/mes/días	6158.658	3	2052.886	.030	.9931
RESIDUAL	3881942.0	56	69320.393		
TOTAL (CORREGIDO)	9568179.7	71			

Tabla n° 84. ANOVA PARA EL NITRATO EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES COCIDAS CONGELADAS (PRODUCTO SOLIDO)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
tipo	7032075.1	1	7032075.1	81.440	.0000
mes	2993.8	1	2993.8	.035	.8548
días	4566.7	4	1141.7	.013	.9996
INTERACCIONES					
tipo y mes	40225.337	1	40225.337	.466	.5044
tipo y días	17689.526	4	4422.382	.051	.9950
mes y días	3308.336	4	827.084	.010	.9998
tipo/mes/días	4653.997	4	1163.499	.013	.9996
RESIDUAL	6044286.4	70	86346.948		
TOTAL (CORREGIDO)	13150344	89			

Tabla n° 85. ANOVA PARA EL NITRATO EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES COCIDAS CONGELADAS (LIQUIDO DE COCCION)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
tipo	7297474.5	1	7297474.5	120.125	.0000
mes	1129.1	1	1129.1	.019	.8934
días	11412.2	4	2853.0	.047	.9958
INTERACCIONES					
tipo y mes	36883.371	1	36883.371	.607	.4468
tipo y días	7074.707	4	1768.677	.029	.9983
mes y días	15373.937	4	3843.484	.063	.9925
tipo/mes/días	5850.346	4	1462.587	.024	.9988
RESIDUAL	4252417.7	70	60748.825		
TOTAL (CORREGIDO)	11644122	89			

Tabla n° 86. CONTRASTE T-STUDENT SOBRE LAS DIFERENCIAS DEL CONTENIDO EN NITRATOS ENTRE EL PRODUCTO CRUDO Y EL COCIDO, DE ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES

Número de Obs. 30
Diferencia media 87.0827
Varianza 12000.7
Desviación típica 109.548

t = 4.35401
Nivel sig. = 0.00015

Tabla n° 87. ANOVA PARA NITRITO EN ESPINACAS COMERCIALES COCIDAS REFRIGERADAS (PRODUCTO SÓLIDO)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	214662.7	2	107331.35	6.198	.0037
mes	222713.7	3	74237.89	4.287	.0085
días	1001989.6	3	333996.54	19.287	.0000
lote	31711.7	1	31711.74	1.831	.1813
INTERACCIONES					
marca y mes	93704.31	6	15617.385	.902	.5001
marca y días	374058.09	6	62343.015	3.600	.0043
marca y lote	58307.83	2	29153.917	1.683	.1948
mes y días	238522.42	9	26502.491	1.530	.1595
mes y lote	115719.20	3	38573.067	2.227	.0948
días y lote	78801.98	3	26267.326	1.517	.2199
RESIDUAL	987100.23	57	17317.548		
TOTAL (CORREGIDO)	3417291.8	95			

Tabla n° 88. ANOVA PARA NITRITO EN ESPINACAS COMERCIALES COCIDAS REFRIGERADAS (LÍQUIDO DE COCCION)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	5390.19	2	2695.096	1.023	.3660
mes	24631.35	3	8210.451	3.117	.0331
días	104401.03	3	34800.344	13.210	.0000
lote	4170.55	1	4170.547	1.583	.2134
INTERACCIONES					
marca y mes	10919.911	6	1819.985	.691	.6578
marca y días	5556.583	6	926.097	.352	.9061
marca y lote	5737.097	2	2868.549	1.089	.3435
mes y días	54664.602	9	6073.845	2.306	.0275
mes y lote	42689.120	3	14229.707	5.402	.0024
días y lote	4201.028	3	1400.343	.532	.6625
RESIDUAL	150159.55	57	2634.3780		
TOTAL (CORREGIDO)	412521.01	95			

Tabla n° 89. ANOVA PARA NITRITO EN ESPINACAS EXPERIMENTALES COCIDAS REFRIGERADAS (PRODUCTO SOLIDO)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	874.121	2	437.0603	.918	.4490
mes	379.613	1	379.6128	.797	.4155
días	10400.556	3	3466.8519	7.280	.0200
INTERACCIONES					
marca y mes	1013.8532	2	506.92660	1.064	.4021
marca y días	2511.6868	6	418.61447	.879	.5602
mes y días	537.2274	3	179.07579	.376	.7739
RESIDUAL	2857.2749	6	476.21248		
TOTAL (CORREGIDO)	18574.331	23			

Tabla n° 90. ANOVA PARA NITRITO EN ESPINACAS EXPERIMENTALES COCIDAS REFRIGERADAS (LÍQUIDO DE COCCION)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	153.43890	2	76.719451	1.000	.4219
mes	76.71958	1	76.719576	1.000	.3559
días	230.15830	3	76.719433	1.000	.4547
INTERACCIONES					
marca y mes	153.43904	2	76.719522	1.000	.4219
marca y días	460.31670	6	76.719451	1.000	.5000
mes y días	230.15830	3	76.719433	1.000	.4547
RESIDUAL	460.31713	6	76.719522		
TOTAL (CORREGIDO)	1764.5480	23			

Tabla n° 91. ANOVA PARA NITRITO EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES COCIDAS REFRIGERADAS (PRODUCTO SOLIDO)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
tipo	175492.57	1	175492.57	9.474	.0032
mes	68395.33	1	68395.33	3.692	.0598
días	321248.15	3	107082.72	5.781	.0016
INTERACCIONES					
tipo y mes	52765.92	1	52765.916	2.849	.0970
tipo y días	182403.13	3	60801.044	3.282	.0274
mes y días	70424.80	3	23474.934	1.267	.2944
tipo/mes/días	57062.87	3	19020.958	1.027	.3877
RESIDUAL	1037296.3	56	18523.148		
TOTAL (CORREGIDO)	2329921.8	71			

Tabla n° 92. ANOVA PARA NITRITO EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES COCIDAS REFRIGERADAS (LÍQUIDO DE COCCION)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
tipo	5791.591	1	5791.5909	3.052	.0861
mes	7768.806	1	7768.8064	4.095	.0478
días	10552.217	3	3517.4058	1.854	.1479
INTERACCIONES					
tipo y mes	5451.9753	1	5451.9753	2.873	.0956
tipo y días	6606.5252	3	2202.1751	1.161	.3329
mes y días	9845.5981	3	3281.8660	1.730	.1713
tipo/mes/días	6094.2894	3	2031.4298	1.071	.3689
RESIDUAL	106250.76	56	1897.3350		
TOTAL (CORREGIDO)	180984.43	71			

Tabla n° 93. ANÁLISIS DE REGRESIÓN PARA NITRITO Y ACTIVIDAD NITRATO-REDUCTASA (A.N-R) EN ESPINACAS COMERCIALES (LOTE 2), COCIDAS Y REFRIGERADAS 4 Y 8 DÍAS

Variable dependiente: Nitrito en pr.sólido			Variable independiente: A.N-R	
Parámetros	Estimación	Error estándar	T	Nivel sig.
Constante	25.8696	29.1379	0.887836	.38087
Pendiente	289.177	49.6574	5.82345	.00000
Coeficiente de correlación = 0.706651 R-cuadrado = 49.94 %				

Tabla n° 94. ANOVA PARA pH EN ESPINACAS COMERCIALES COCIDAS REFRIGERADAS (PRODUCTO SÓLIDO)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	1.413169	2	.706584	5.932	.0046
mes	.267483	3	.089161	.749	.5277
días	7.188858	3	2.396286	20.118	.0000
lote	12.513704	1	12.513704	105.059	.0000
INTERACCIONES					
marca y mes	1.6809229	6	.2801538	2.352	.0424
marca y días	2.5956479	6	.4326080	3.632	.0040
marca y lote	6.2992271	2	3.1496135	26.443	.0000
mes y días	1.4925750	9	.1658417	1.392	.2133
mes y lote	2.1742792	3	.7247597	6.085	.0011
días y lote	1.6866542	3	.5622181	4.720	.0052
RESIDUAL	6.7893292	57	.1191110		
TOTAL (CORREGIDO)	44.101850	95			

Tabla n° 95. ANOVA PARA pH EN ESPINACAS COMERCIALES COCIDAS REFRIGERADAS (LÍQUIDO DE COCCIÓN)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	7.253640	2	3.6268198	15.034	.0000
mes	4.497900	3	1.4993000	6.215	.0010
días	16.828933	3	5.6096444	23.254	.0000
lote	.228150	1	.2281500	.946	.3453
INTERACCIONES					
marca y mes	3.5612938	6	.5935490	2.460	.0348
marca y días	1.4515354	6	.2419226	1.003	.4326
marca y lote	1.6942563	2	.8471281	3.512	.0365
mes y días	1.7433167	9	.1937019	.803	.6151
mes y lote	3.0218333	3	1.0072778	4.175	.0097
días y lote	.0770000	3	.0256667	.106	.9560
RESIDUAL	13.750525	57	.2412373		
TOTAL (CORREGIDO)	54.108383	95			

Tabla n° 96. ANOVA PARA pH EN ESPINACAS COMERCIALES COCIDAS CONGELADAS (PRODUCTO SÓLIDO)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	6.4635617	2	3.2317808	82.325	.0000
mes	.1865492	3	.0621831	1.584	.2004
días	.4646550	4	.1161637	2.959	.0252
lote	.6976875	1	.6976875	17.773	.0001
INTERACCIONES					
marca y mes	.2458583	6	.0409764	1.044	.4042
marca y días	.1852550	8	.0231569	.590	.7832
marca y lote	1.5276350	2	.7638175	19.457	.0000
mes y días	.4376717	12	.0364726	.929	.5231
mes y lote	.5505292	3	.1835097	4.675	.0048
días y lote	.2276917	4	.0569229	1.450	.2261
RESIDUAL	2.9049650	74	.0392563		
TOTAL (CORREGIDO)	13.892059	119			

Tabla n° 97. ANOVA PARA pH EN ESPINACAS COMERCIALES COCIDAS CONGELADAS (LÍQUIDO DE COCCIÓN)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	6.9873317	2	3.4936658	169.542	.0000
mes	.3295225	3	.1098408	5.330	.0022
días	.0960217	4	.0240054	1.165	.3332
lote	.2736075	1	.2736075	13.278	.0005
INTERACCIONES					
marca y mes	.0823350	6	.0137225	.666	.6773
marca y días	.3016933	8	.0377117	1.830	.0848
marca y lote	.6673550	2	.3336775	16.193	.0000
mes y días	.3333650	12	.0277804	1.348	.2108
mes y lote	.3582092	3	.1194031	5.794	.0013
días y lote	.2247383	4	.0561846	2.727	.0355
RESIDUAL	1.5248800	74	.0206065		
TOTAL (CORREGIDO)	11.179059	119			

Tabla n° 98. ANOVA PARA PH EN ESPINACAS EXPERIMENTALES COCIDAS REFRIGERADAS (PRODUCTO SÓLIDO)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	.3690583	2	.1845292	12.383	.0074
mes	.0816667	1	.0816667	5.480	.0578
días	.6712500	3	.2237500	15.015	.0034
INTERACCIONES					
marca y mes	.1162583	2	.0581292	3.901	.0822
marca y días	.2064750	6	.0344125	2.309	.1660
mes y días	.3232667	3	.1077556	7.231	.0204
RESIDUAL	.0894083	6	.0149014		
TOTAL (CORREGIDO)	1.8573833	23			

Tabla n° 99. ANOVA PARA PH EN ESPINACAS EXPERIMENTALES COCIDAS REFRIGERADAS (LÍQUIDO DE COCCION)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	.0043583	2	.0021792	.371	.7050
mes	.0425042	1	.0425042	7.230	.0361
días	.7869458	3	.2623153	44.618	.0002
INTERACCIONES					
marca y mes	.0255583	2	.0127792	2.174	.1950
marca y días	.0639417	6	.0106569	1.813	.2438
mes y días	.2018125	3	.0672708	11.442	.0068
RESIDUAL	.0352750	6	.0058792		
TOTAL (CORREGIDO)	1.1603958	23			

Tabla n° 100. ANOVA PARA PH EN ESPINACAS EXPERIMENTALES COCIDAS CONGELADAS (PRODUCTO SÓLIDO)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	.1064267	2	.0532133	7.552	.0144
mes	.3853333	1	.3853333	54.683	.0001
días	.1580200	4	.0395050	5.606	.0189
INTERACCIONES					
marca y mes	.0080267	2	.0040133	.570	.5872
marca y días	.0990400	8	.0123800	1.757	.2214
mes y días	.3409667	4	.0852417	12.097	.0018
RESIDUAL	.0563733	8	.0070467		
TOTAL (CORREGIDO)	1.1541867	29			

Tabla n° 101. ANOVA PARA PH EN ESPINACAS EXPERIMENTALES COCIDAS CONGELADAS (LÍQUIDO DE COCCION)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
marca	.1332867	2	.0666433	11.719	.0042
mes	.2236033	1	.2236033	39.321	.0002
días	.0836867	4	.0209217	3.679	.0552
INTERACCIONES					
marca y mes	.0062067	2	.0031033	.546	.5996
marca y días	.1240133	8	.0155017	2.726	.0888
mes y días	.1596467	4	.0399117	7.018	.0099
RESIDUAL	.0454933	8	.0056867		
TOTAL (CORREGIDO)	.7759367	29			

Tabla n° 102. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN SODIO, EN ESPINACAS COMERCIALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	18466.21	2	9233.107	24.016	.0000
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	102812.73	2	51406.366	133.714	.0000
MES	271.98	3	90.659	.236	.8708
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	9555.6785	4	2388.9196	6.214	.0007
MARCA/MES	2397.6781	6	399.6130	1.039	.4164
Cr-C-L/MES	1001.7430	6	166.9572	.434	.8511
MARCA/Cr-C-L/MES	3292.5252	12	274.3771	.714	.7283
RESIDUAL	13840.237	36	384.45102		
TOTAL (CORREGIDO)	151638.79	71			

Tabla n° 103. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN POTASIO, EN ESPINACAS COMERCIALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	15549.82	2	7774.91	6.256	.0047
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	789842.58	2	394921.29	317.752	.0000
MES	1727.52	3	575.84	.463	.7096
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	11105.216	4	2776.3040	2.234	.0847
MARCA/MES	2186.088	6	364.3481	.293	.9363
Cr-C-L/MES	1826.901	6	304.4836	.245	.9582
MARCA/Cr-C-L/MES	5486.581	12	457.2151	.368	.9667
RESIDUAL	44742.995	36	1242.8610		
TOTAL (CORREGIDO)	872467.70	71			

Tabla n° 104. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN MAGNESIO, EN ESPINACAS COMERCIALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	3170.499	2	1585.250	11.998	.0001
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	39977.289	2	19988.644	151.284	.0000
MES	154.935	3	51.645	.391	.7603
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	1540.9588	4	385.23970	2.916	.0346
MARCA/MES	167.5167	6	27.91944	.211	.9709
Cr-C-L/MES	161.1563	6	26.85938	.203	.9736
MARCA/Cr-C-L/MES	341.5259	12	28.46049	.215	.9966
RESIDUAL	4756.5431	36	132.12620		
TOTAL (CORREGIDO)	50270.423	71			

Tabla n° 105. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN CALCIO, EN ESPINACAS COMERCIALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	17734.62	2	8867.31	7.007	.0027
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	502710.97	2	251355.48	198.609	.0000
MES	3460.76	3	1153.59	.912	.4451
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	10490.113	4	2622.5284	2.072	.1048
MARCA/MES	1034.031	6	172.3385	.136	.9906
Cr-C-L/MES	2080.941	6	346.8235	.274	.9455
MARCA/Cr-C-L/MES	2312.235	12	192.6862	.152	.9994
RESIDUAL	45560.781	36	1265.5772		
TOTAL (CORREGIDO)	585384.44	71			

Tabla n° 106. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN MANGANESO, EN ESPINACAS COMERCIALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	.0351752	2	.0175876	1.873	.1684
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	3.2135668	2	1.6067834	171.073	.0000
MES	.0165529	3	.0055176	.587	.6272
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	.0241904	4	.0060476	.644	.6348
MARCA/MES	.0051965	6	.0008661	.092	.9967
Cr-C-L/MES	.0130659	6	.0021776	.232	.9634
MARCA/Cr-C-L/MES	.0180229	12	.0015019	.160	.9992
RESIDUAL	.3381260	36	.0093924		
TOTAL (CORREGIDO)	3.6638966	71			

Tabla n° 107. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN HIERRO, EN ESPINACAS COMERCIALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	21.76195	2	10.880976	19.608	.0000
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	107.51164	2	53.755822	96.872	.0000
MES	.49818	3	.166060	.299	.8257
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	9.4234798	4	2.3558700	4.245	.0065
MARCA/MES	1.2542282	6	.2090380	.377	.8890
Cr-C-L/MES	.4621968	6	.0770328	.139	.9901
MARCA/Cr-C-L/MES	1.0924997	12	.0910416	.164	.9991
RESIDUAL	19.977041	36	.5549178		
TOTAL (CORREGIDO)	161.98122	71			

Tabla n° 108. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN COBRE, EN ESPINACAS COMERCIALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	.0099739	2	.0049869	.955	.3944
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	.8999840	2	.4499920	86.165	.0000
MES	.0141722	3	.0047241	.905	.4484
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	.0108736	4	.0027184	.521	.7212
MARCA/MES	.0079615	6	.0013269	.254	.9544
Cr-C-L/MES	.0203576	6	.0033929	.650	.6900
MARCA/Cr-C-L/MES	.0265471	12	.0022123	.424	.9437
RESIDUAL	.1880075	36	.0052224		
TOTAL (CORREGIDO)	1.1778773	71			

Tabla n° 109. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN CINC, EN ESPINACAS COMERCIALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	8.450071	2	4.2250355	12.616	.0001
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	13.267589	2	6.6337947	19.809	.0000
MES	.006325	3	.0021083	.006	.9993
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	4.3358337	4	1.0839584	3.237	.0229
MARCA/MES	.1377939	6	.0229656	.069	.9986
Cr-C-L/MES	.0052982	6	.0008830	.003	1.0000
MARCA/Cr-C-L/MES	.2266494	12	.0188875	.056	1.0000
RESIDUAL	12.056257	36	.3348960		
TOTAL (CORREGIDO)	38.485818	71			

Tabla n° 110. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN SODIO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 1)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	3069.986	1	3069.9864	5.946	.0506
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	19640.285	2	9820.1423	19.020	.0025
MES	1868.772	3	622.9239	1.207	.3849
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	1897.7567	2	948.87834	1.838	.2385
LOTE/MES	2292.5389	3	764.17963	1.480	.3118
Cr-C-L/MES	3203.6092	6	533.93487	1.034	.4843
RESIDUAL	3097.7737	6	516.29562		
TOTAL (CORREGIDO)	35070.721	23			

Tabla n° 111. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN POTASIO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 1)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	7566.47	1	7566.47	47.671	.0005
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	353160.24	2	176580.12	1112.506	.0000
MES	1239.50	3	413.17	2.603	.1470
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	7255.7938	2	3627.8969	22.857	.0016
LOTE/MES	1522.1180	3	507.3727	3.197	.1050
Cr-C-L/MES	2127.4284	6	354.5714	2.234	.1755
RESIDUAL	952.33668	6	158.72278		
TOTAL (CORREGIDO)	373823.89	23			

Tabla n° 112. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN MAGNESIO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 1)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	1003.2387	1	1003.2387	38.164	.0008
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	8317.5110	2	4158.7555	158.201	.0000
MES	141.4534	3	47.1511	1.794	.2484
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	474.58236	2	237.29118	9.027	.0155
LOTE/MES	260.04728	3	86.68243	3.297	.0995
Cr-C-L/MES	84.35399	6	14.05900	.535	.7672
RESIDUAL	157.72681	6	26.287801		
TOTAL (CORREGIDO)	10438.914	23			

Tabla n° 113. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN CALCIO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 1)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	1508.92	1	1508.920	9.691	.0208
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	109673.55	2	54836.773	352.194	.0000
MES	1588.63	3	529.542	3.401	.0943
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	787.2391	2	393.61953	2.528	.1598
LOTE/MES	959.0361	3	319.67868	2.053	.2080
Cr-C-L/MES	1301.2802	6	216.88004	1.393	.3488
RESIDUAL	934.20168	6	155.70028		
TOTAL (CORREGIDO)	116752.85	23			

Tabla n° 114. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN SODIO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 2)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	578.987	1	578.987	6.336	.0455
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	29423.114	2	14711.557	160.995	.0000
MES	14.040	3	4.680	.051	.9833
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	305.11886	2	152.55943	1.670	.2652
LOTE/MES	455.72233	3	151.90744	1.662	.2727
Cr-C-L/MES	341.74929	6	56.95822	.623	.7099
RESIDUAL	548.27504	6	91.379174		
TOTAL (CORREGIDO)	31667.007	23			

Tabla n° 115. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN POTASIO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 2)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	4563.11	1	4563.11	4.683	.0737
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	232062.05	2	116031.03	119.081	.0000
MES	2014.70	3	671.57	.689	.5909
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	2073.1494	2	1036.5747	1.064	.4023
LOTE/MES	1252.1760	3	417.3920	.428	.7402
Cr-C-L/MES	3377.5958	6	562.9326	.578	.7392
RESIDUAL	5846.3031	6	974.38385		
TOTAL (CORREGIDO)	251189.09	23			

Tabla n° 116. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN MAGNESIO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 2)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	1241.972	1	1241.972	183.560	.0000
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	21011.144	2	10505.572	1552.694	.0000
MES	165.042	3	55.014	8.131	.0155
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	622.32184	2	311.16092	45.989	.0002
LOTE/MES	70.17247	3	23.39082	3.457	.0916
Cr-C-L/MES	272.40418	6	45.40070	6.710	.0178
RESIDUAL	40.596161	6	6.7660268		
TOTAL (CORREGIDO)	23423.653	23			

Tabla n° 117. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN CALCIO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 2)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	8050.18	1	8050.175	59.883	.0002
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	195245.21	2	97622.603	726.191	.0000
MES	1204.14	3	401.381	2.986	.1179
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	5901.4576	2	2950.7288	21.950	.0017
LOTE/MES	536.8519	3	178.9506	1.331	.3492
Cr-C-L/MES	1658.8046	6	276.4674	2.057	.2008
RESIDUAL	806.58593	6	134.43099		
TOTAL (CORREGIDO)	213403.22	23			

Tabla n° 118. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN SODIO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 3)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	667.710	1	667.710	18.468	.0051
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	63305.013	2	31652.506	875.462	.0000
MES	786.844	3	262.281	7.254	.0202
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	380.36123	2	190.18062	5.260	.0479
LOTE/MES	329.07555	3	109.69185	3.034	.1148
Cr-C-L/MES	748.90967	6	124.81828	3.452	.0786
RESIDUAL	216.93117	6	36.155194		
TOTAL (CORREGIDO)	66434.844	23			

Tabla n° 119. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN POTASIO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 3)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	170.88	1	170.88	.166	.7016
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	215725.51	2	107862.75	105.057	.0000
MES	659.41	3	219.80	.214	.8832
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	72.4950	2	36.2475	.035	.9655
LOTE/MES	7307.9059	3	2435.9686	2.373	.1693
Cr-C-L/MES	1808.4585	6	301.4097	.294	.9193
RESIDUAL	6160.2552	6	1026.7092		
TOTAL (CORREGIDO)	231904.91	23			

Tabla n° 120. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN MAGNESIO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 3)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	35.066	1	35.0658	.834	.4058
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	12189.592	2	6094.7962	144.906	.0000
MES	15.955	3	5.3185	.126	.9410
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	113.95353	2	56.97676	1.355	.3270
LOTE/MES	484.50425	3	161.50142	3.840	.0757
Cr-C-L/MES	145.92404	6	24.32067	.578	.7389
RESIDUAL	252.36174	6	42.060290		
TOTAL (CORREGIDO)	13237.357	23			

Tabla n° 121. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN CALCIO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 3)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	5376.03	1	5376.03	4.738	.0724
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	208282.33	2	104141.16	91.773	.0000
MES	1702.02	3	567.34	.500	.6959
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	2936.283	2	1468.1413	1.294	.3411
LOTE/MES	10955.413	3	3651.8043	3.218	.1038
Cr-C-L/MES	1433.091	6	238.8485	.210	.9602
RESIDUAL	6808.5908	6	1134.7651		
TOTAL (CORREGIDO)	237493.75	23			

Tabla n° 122. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN MANGANESO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 1)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	.1162042	1	.1162042	43.289	.0006
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	1.1597770	2	.5798885	216.023	.0000
MES	.0108835	3	.0036278	1.351	.3437
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	.0545083	2	.0272542	10.153	.0119
LOTE/MES	.0137882	3	.0045961	1.712	.2631
Cr-C-L/MES	.0190070	6	.0031678	1.180	.4229
RESIDUAL	.0161063	6	.0026844		
TOTAL (CORREGIDO)	1.3902745	23			

Tabla n° 123. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN HIERRO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 1)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	3.660547	1	3.6605470	40.154	.0007
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	19.919890	2	9.9599448	109.255	.0000
MES	.359374	3	.1197914	1.314	.3538
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	1.7632116	2	.8816058	9.671	.0133
LOTE/MES	.7652548	3	.2550849	2.798	.1311
Cr-C-L/MES	.3112007	6	.0518668	.569	.7449
RESIDUAL	.5469721	6	.0911620		
TOTAL (CORREGIDO)	27.326450	23			

Tabla n° 124. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN COBRE, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 1)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	.0462004	1	.0462004	14.795	.0085
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	.3425626	2	.1712813	54.849	.0001
MES	.0163205	3	.0054402	1.742	.2576
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	.0254283	2	.0127141	4.071	.0764
LOTE/MES	.0066721	3	.0022240	.712	.5794
Cr-C-L/MES	.0095384	6	.0015897	.509	.7841
RESIDUAL	.0187368	6	.0031228		
TOTAL (CORREGIDO)	.4654590	23			

Tabla n° 125. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN CINC, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 1)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	7.652363	1	7.6523627	291.570	.0000
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	14.338723	2	7.1693615	273.167	.0000
MES	.074944	3	.0249814	.952	.4732
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	3.8798803	2	1.9399402	73.915	.0001
LOTE/MES	.2150737	3	.0716912	2.732	.1363
Cr-C-L/MES	.1430937	6	.0238489	.909	.5448
RESIDUAL	.1574723	6	.0262454		
TOTAL (CORREGIDO)	26.461550	23			

Tabla n° 126. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN MANGANESO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 2)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	.0448070	1	.0448070	110.117	.0000
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	.8669376	2	.4334688	1065.288	.0000
MES	.0069425	3	.0023142	5.687	.0345
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	.0300616	2	.0150308	36.940	.0004
LOTE/MES	.0000495	3	.0000165	.041	.9880
Cr-C-L/MES	.0076574	6	.0012762	3.136	.0950
RESIDUAL	.0024414	6	4.06903E-004		
TOTAL (CORREGIDO)	.9588970	23			

Tabla n° 127. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN HIERRO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 2)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	.313045	1	.313045	8.546	.0265
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	25.267568	2	12.633784	344.888	.0000
MES	.170806	3	.056935	1.554	.2951
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	.2127676	2	.1063838	2.904	.1312
LOTE/MES	.2767485	3	.0922495	2.518	.1548
Cr-C-L/MES	.3134754	6	.0522459	1.426	.3387
RESIDUAL	.2197894	6	.0366316		
TOTAL (CORREGIDO)	26.774201	23			

Tabla n° 128. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN COBRE, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 2)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	.0301042	1	.0301042	10.534	.0176
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	.3348520	2	.1674260	58.583	.0001
MES	.0031823	3	.0010608	.371	.7771
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	.0271583	2	.0135792	4.751	.0580
LOTE/MES	.0058188	3	.0019396	.679	.5963
Cr-C-L/MES	.0321247	6	.0053541	1.873	.2321
RESIDUAL	.0171477	6	.0028579		
TOTAL (CORREGIDO)	.4503880	23			

Tabla n° 129. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN CINC, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 2)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	.0001215	1	.0001215	.023	.8850
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	1.9380250	2	.9690125	186.798	.0000
MES	.0330715	3	.0110238	2.125	.1984
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	.0020230	2	.0010115	.195	.8279
LOTE/MES	.0320475	3	.0106825	2.059	.2072
Cr-C-L/MES	.0629630	6	.0104938	2.023	.2061
RESIDUAL	.0311250	6	.0051875		
TOTAL (CORREGIDO)	2.0993765	23			

Tabla n° 130. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN MANGANESO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 3)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	.0198950	1	.0198950	7.694	.0323
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	1.2110426	2	.6055213	234.162	.0000
MES	.0039235	3	.0013078	.506	.6924
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	.0103676	2	.0051838	2.005	.2154
LOTE/MES	.0143815	3	.0047938	1.854	.2382
Cr-C-L/MES	.0044244	6	.0007374	.285	.9239
RESIDUAL	.0155154	6	.0025859		
TOTAL (CORREGIDO)	1.2795500	23			

Tabla n° 131. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN HIERRO, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 3)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	1.337648	1	1.337648	2.191	.1893
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	71.747666	2	35.873833	58.755	.0001
MES	1.222228	3	.407409	.667	.6022
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	1.0361363	2	.5180682	.848	.737
LOTE/MES	6.1814968	3	2.0604989	3.375	.0956
Cr-C-L/MES	.9300203	6	.1550034	.254	.9402
RESIDUAL	3.6634237	6	.6105706		
TOTAL (CORREGIDO)	86.118619	23			

Tabla n° 132. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN COBRE, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 3)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	.0023602	1	.0023602	2.461	.1677
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	.2334430	2	.1167215	121.719	.0000
MES	.0026308	3	.0008769	.914	.4881
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	.0012603	2	6.30167E-004	.657	.5520
LOTE/MES	.0013668	3	4.55611E-004	.475	.7110
Cr-C-L/MES	.0052417	6	8.73611E-004	.911	.5436
RESIDUAL	.0057537	6	9.58944E-004		
TOTAL (CORREGIDO)	.2520565	23			

Tabla n° 133. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN CINC, EN ESPINACAS COMERCIALES (MARCA 3)

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
LOTE	.0126960	1	.0126960	3.062	.1307
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	1.3266750	2	.6633375	159.967	.0000
MES	.0361030	3	.0120343	2.902	.1236
INTERACCIONES					
LOTE/Cr-C-L	.0059470	2	.0029735	.717	.5257
LOTE/MES	.0426277	3	.0142092	3.427	.0930
Cr-C-L/MES	.0258910	6	.0043152	1.041	.4813
RESIDUAL	.0248803	6	.0041467		
TOTAL (CORREGIDO)	1.4748200	23			

Tabla n° 134. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN SODIO, EN ESPINACAS EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	1799.708	2	899.8538	2.721	.1795
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	18179.896	2	9089.9482	27.484	.0046
MES	1263.034	1	1263.0338	3.819	.1224
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	1871.6396	4	467.90989	1.415	.3725
MARCA/MES	372.9856	2	186.49280	.564	.6085
Cr-C-L/MES	1825.1923	2	912.59615	2.759	.1766
RESIDUAL	1322.9644	4	330.74110		
TOTAL (CORREGIDO)	26635.420	17			

Tabla n° 135. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN POTASIO, EN ESPINACAS EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	3905.80	2	1952.90	13.381	.0169
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	236512.03	2	118256.01	810.271	.0000
MES	103.44	1	103.44	.709	.4557
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	2617.2604	4	654.31509	4.483	.0876
MARCA/MES	782.0523	2	391.02616	2.679	.1827
Cr-C-L/MES	149.9776	2	74.98882	.514	.6330
RESIDUAL	583.78496	4	145.94624		
TOTAL (CORREGIDO)	244654.34	17			

Tabla n° 136. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN MAGNESIO, EN ESPINACAS EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	6505.996	2	3252.9978	85.706	.0005
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	17889.775	2	8944.8877	235.670	.0001
MES	593.631	1	593.6309	15.640	.0168
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	3165.5659	4	791.39148	20.851	.0061
MARCA/MES	261.6282	2	130.81411	3.447	.1348
Cr-C-L/MES	354.9070	2	177.45351	4.675	.0898
RESIDUAL	151.82069	4	37.955172		
TOTAL (CORREGIDO)	28923.324	17			

Tabla n° 137. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN CALCIO, EN ESPINACAS EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	346.545	2	173.272	.844	.4945
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	93151.637	2	46575.819	226.912	.0001
MES	3607.402	1	3607.402	17.575	.0138
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	320.5027	4	80.1257	.390	.8078
MARCA/MES	1436.7689	2	718.3845	3.500	.1322
Cr-C-L/MES	2664.5432	2	1332.2716	6.491	.0555
RESIDUAL	821.03653	4	205.25913		
TOTAL (CORREGIDO)	102348.44	17			

Tabla n° 138. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN MANGANESO, EN ESPINACAS EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	.0327804	2	.0163902	15.247	.0134
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	.6446168	2	.3223084	299.822	.0000
MES	.0178605	1	.0178605	16.614	.0151
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	.0197276	4	.0049319	4.588	.0846
MARCA/MES	.0079000	2	.0039500	3.674	.1242
Cr-C-L/MES	.0128910	2	.0064455	5.996	.0626
RESIDUAL	.0043000	4	.0010750		
TOTAL (CORREGIDO)	.7400763	17			

Tabla n° 139. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN HIERRO, EN ESPINACAS EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	.2361000	2	.1180500	2.984	.1610
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	9.7504333	2	4.8752167	123.241	.0003
MES	.7080500	1	.7080500	17.899	.0134
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	.1361667	4	.0340417	.861	.5561
MARCA/MES	.1164333	2	.0582167	1.472	.3319
Cr-C-L/MES	.5962333	2	.2981167	7.536	.0440
RESIDUAL	.1582333	4	.0395583		
TOTAL (CORREGIDO)	11.701650	17			

Tabla n° 140. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN COBRE, EN ESPINACAS EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	.0004270	2	.0002135	.161	.855
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	.2596973	2	.1298487	97.974	.0004
MES	.0255380	1	.0255380	19.269	.0118
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	.0024107	4	.0006027	.455	.7680
MARCA/MES	.0057523	2	.0028762	2.170	.2300
Cr-C-L/MES	.0186293	2	.0093147	7.028	.0491
RESIDUAL	.0053013	4	.0013253		
TOTAL (CORREGIDO)	.3177560	17			

Tabla n° 141. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN CINC, EN ESPINACAS EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
MARCA	.2565284	2	.1282642	8.256	.0380
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	6.0012351	2	3.0006176	193.141	.0001
MES	.2039476	1	.2039476	13.128	.0223
INTERACCIONES					
MARCA/Cr-C-L	.1386102	4	.0346526	2.230	.2281
MARCA/MES	.1013284	2	.0506642	3.261	.1445
Cr-C-L/MES	.1768884	2	.0884442	5.693	.0676
RESIDUAL	.0621436	4	.0155359		
TOTAL (CORREGIDO)	6.9406818	17			

Tabla n° 142. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN SODIO, EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
TIPO	952.413	1	952.413	1.397	.246
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	69216.929	2	34608.465	50.751	.000
INTERACCIONES					
TIPO/Cr-C-L	995.99810	2	497.99905	.730	.4848
RESIDUAL	57281.577	84	681.92353		
TOTAL (CORREGIDO)	179226.62	89			

Tabla n° 143. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN POTASIO, EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
TIPO	2674.81	1	2674.81	2.475	.119
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	692942.36	2	346471.18	320.639	.0000
INTERACCIONES					
TIPO/Cr-C-L	1413.9125	2	706.95627	.654	.5225
RESIDUAL	90767.437	84	1080.5647		
TOTAL (CORREGIDO)	1119796.8	89			

Tabla n° 144. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN MAGNESIO, EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
TIPO	1500.919	1	1500.919	5.912	.0172
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	43545.141	2	21772.570	85.756	.0000
INTERACCIONES					
TIPO/Cr-C-L	1069.4152	2	534.70761	2.106	.1281
RESIDUAL	21326.683	84	253.88909		
TOTAL (CORREGIDO)	80694.666	89			

Tabla n° 145. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN CALCIO, EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
TIPO	3583.26	1	3583.26	3.276	.0739
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	347442.62	2	173721.31	158.839	.0000
INTERACCIONES					
TIPO/Cr-C-L	2684.3818	2	1342.1909	1.227	.2983
RESIDUAL	91870.273	84	1093.6937		
TOTAL (CORREGIDO)	691316.14	89			

Tabla n° 146. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN MANGANESO, EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
TIPO	.0178929	1	.0178929	2.754	.1008
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	2.3049991	2	1.1524995	177.376	.0000
INTERACCIONES					
TIPO/Cr-C-L	.0118145	2	.0059072	.909	.4068
RESIDUAL	.5457893	84	.0064975		
TOTAL (CORREGIDO)	4.4218658	89			

Tabla n° 147. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN HIERRO, EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
TIPO	7.567260	1	7.567260	11.266	.0012
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	54.819213	2	27.409606	40.808	.0000
INTERACCIONES					
TIPO/Cr-C-L	3.7861382	2	1.8930691	2.818	.0654
RESIDUAL	56.420794	84	.6716761		
TOTAL (CORREGIDO)	181.25013	89			

Tabla n° 148. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN COBRE, EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
TIPO	.0009057	1	.0009057	.226	.6405
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	.7691920	2	.3845960	96.163	.0000
INTERACCIONES					
TIPO/Cr-C-L	.0063173	2	.0031587	.790	.4573
RESIDUAL	.3359520	84	.0039994		
TOTAL (CORREGIDO)	1.4965390	89			

Tabla n° 149. ANOVA PARA EL CONTENIDO EN CINC, EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES

Fuente de variación	Suma Cuadrados	g.l.	Cuadr.medios	F-ratio	Nivel sig.
FACTORES PRINCIPALES					
TIPO	.634872	1	.6348720	2.039	.1570
CRUDO-COCIDO-LIQUIDO	14.586462	2	7.2932311	23.421	.0000
INTERACCIONES					
TIPO/Cr-C-L	.3225497	2	.1612748	.518	.5977
RESIDUAL	26.157675	84	.3114009		
TOTAL (CORREGIDO)	46.061371	89			

Tabla n° 150. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN LINEAL PARA LOS CONTENIDOS DE NITRATOS Y DE ELEMENTOS MINERALES, EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES CRUDAS (r=COEFICIENTE DE CORRELACIÓN, ns=NIVEL DE SIGNIFICACIÓN)

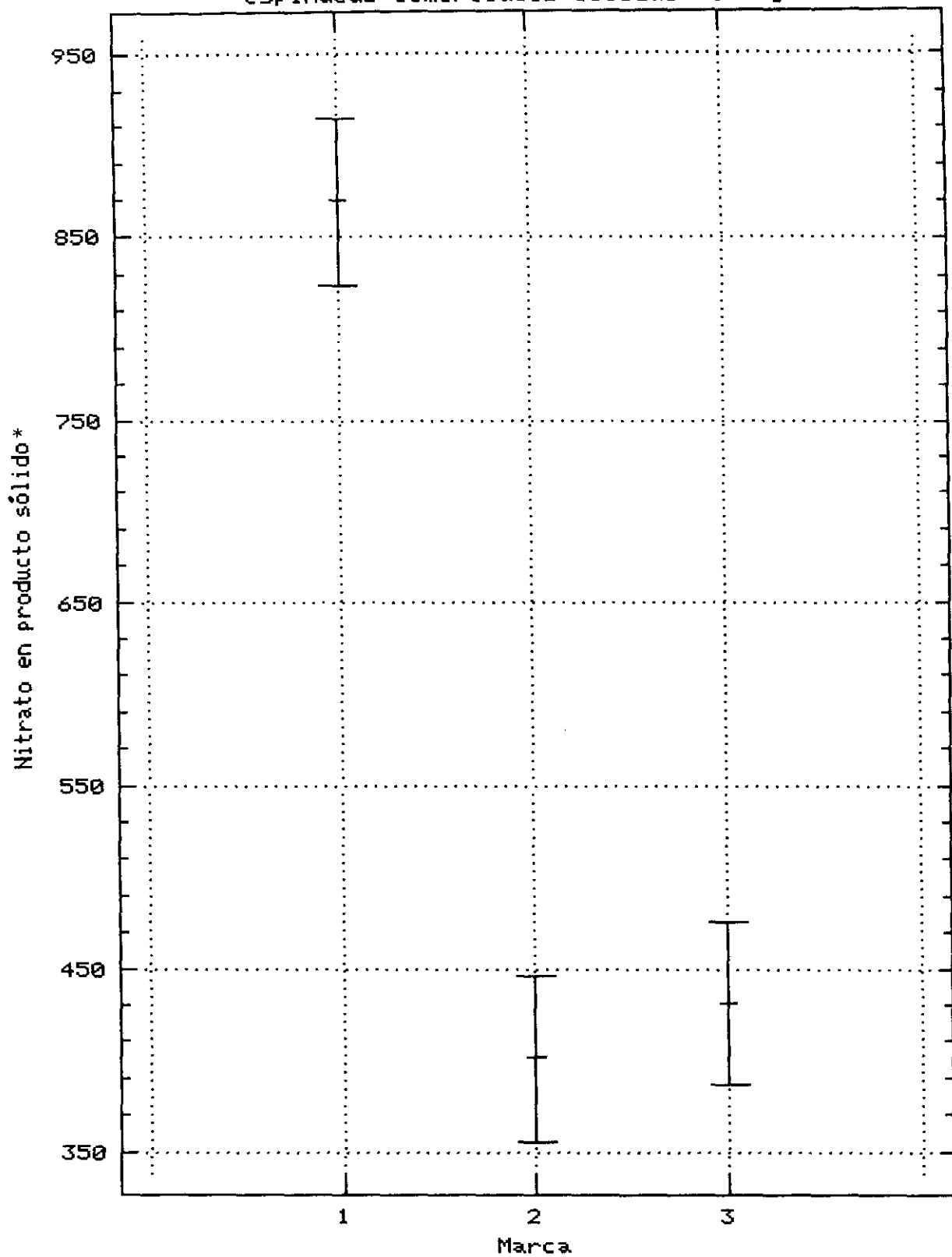
KNO₃	r	1.0000								
	ns	.0000								
Na	r	-.1593	1.0000							
	ns	.4005	.0000							
K	r	.1934	-.1783	1.0000						
	ns	.3058	.3458	.0000						
Mg	r	-.4555	.1077	.0046	1.0000					
	ns	.0114	.5712	.9808	.0000					
Ca	r	-.2217	.4359	-.4584	.1893	1.0000				
	ns	.2390	.0160	.0108	.3165	.0000				
Mn	r	.2429	.4925	.4047	.0574	.3300	1.0000			
	ns	.1958	.0057	.0265	.7631	.0749	.0000			
Fe	r	.1693	.6529	-.0074	.1026	.1669	.3067	1.0000		
	ns	.3712	.0001	.9690	.5895	.3780	.0993	.0000		
Cu	r	-.0067	-.0284	.4701	.2823	-.0234	.2746	.1617	1.0000	
	ns	.9722	.8816	.0088	.1306	.9022	.1419	.3934	.0000	
Zn	r	.3560	-.2254	.7274	.1156	-.3488	.5118	-.0896	.4541	1.0000
	ns	.0535	.2311	.0000	.5430	.0589	.0038	.6379	.0117	.0000
<hr/>										
		K NO₃	Na	K	Mg	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn

=====

Tabla n° 151. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN LINEAL PARA LOS CONTENIDOS DE ELEMENTOS MINERALES, EN ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES CRUDAS FRENTE A LAS COCIDAS (r=COEFICIENTE DE CORRELACIÓN, ns=NIVEL DE SIGNIFICACIÓN)

		Na	K	Mg	C	O	C	I	D	O	Mn	Fe	Cu	Zn
Na	r	.6758	-.3272	.1693			.5066				.4278	.6380	.0046	-.2792
	ns	.0000	.0776	.3712			.0043				.0184	.0001	.9801	.1352
K	r	-.1499	.6303	-.1550			-.6129				.0599	-.1031	.4656	.6924
	ns	.4323	.0002	.4135			.0003				.7531	.5878	.0095	.0000
Mg	r	.0872	-.0886	.9241			.1172				.1032	.0040	-.0195	.1306
	ns	.6469	.6416	.0000			.5375				.5872	.9835	.9184	.4915
C	r	.4458	-.5259	.2387			.8055				.3324	.0955	-.0701	-.3841
R	Ca	ns	.0136	.0028			.2040				.0000	.0727	.6158	.7129
U	r	.4528	.0612	.0122			.1688				.7587	.2185	.3422	.4536
	Mn	ns	.0120	.7479			.9490				.3727	.0000	.2461	.0641
D	r	.5896	-.1570	.1228			.1721				.2707	.9482	.1603	-.1247
O	Fe	ns	.0006	.4072			.5181				.3631	.1480	.0000	.3974
Cu	r	.1661	.4187	.0731			-.3128				-.0481	-.0082	.4318	.3701
	ns	.3805	.0213	.7011			.0924				.8005	.9655	.0172	.0441
Zn	r	-.0620	.4136	-.0102			-.5499				.2761	-.1626	.5521	.9754
	ns	.7447	.0231	.9574			.0016				.1398	.3907	.0016	.0000

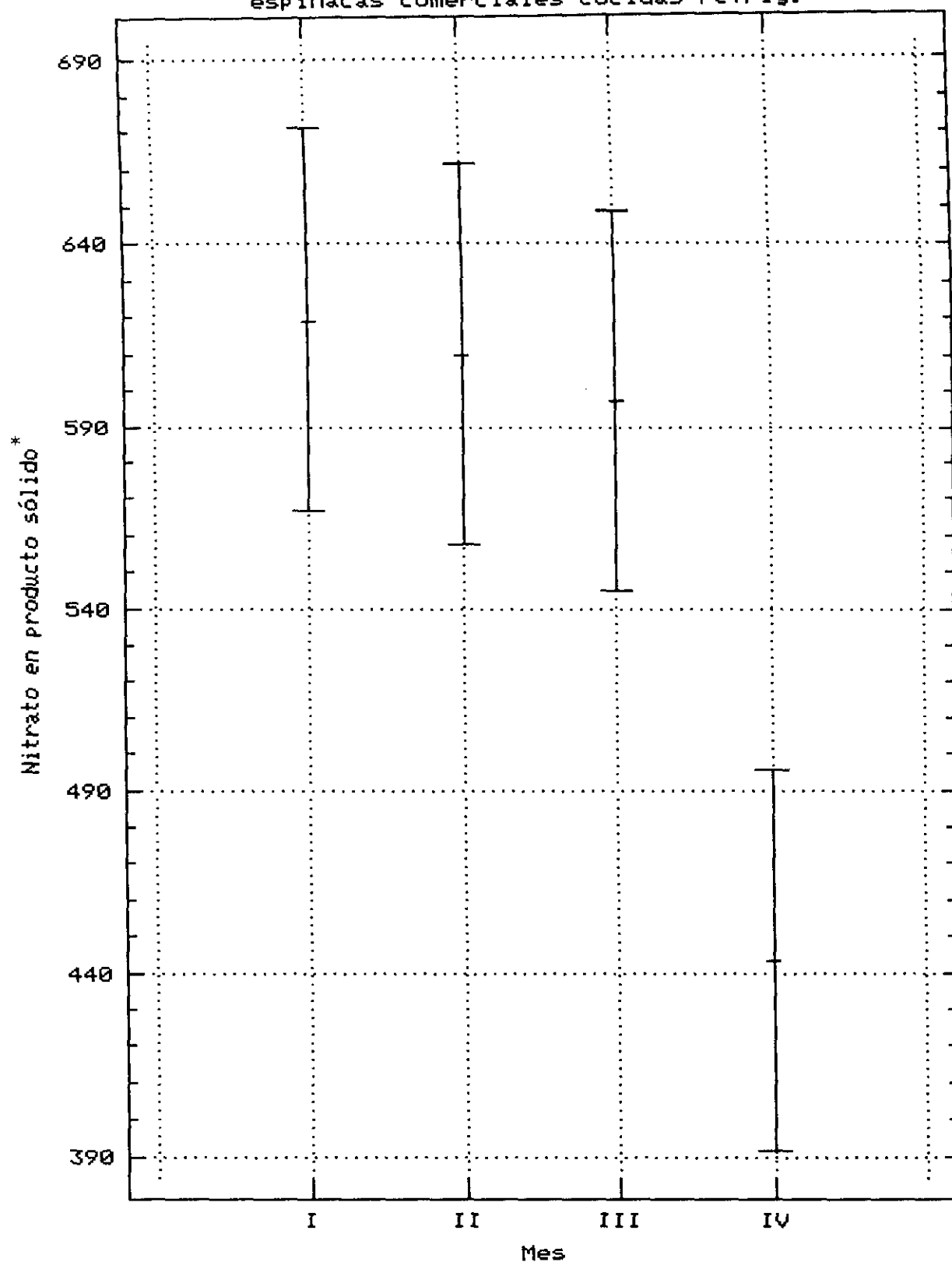
Gráfica nº4. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas refrigeradas.**



* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

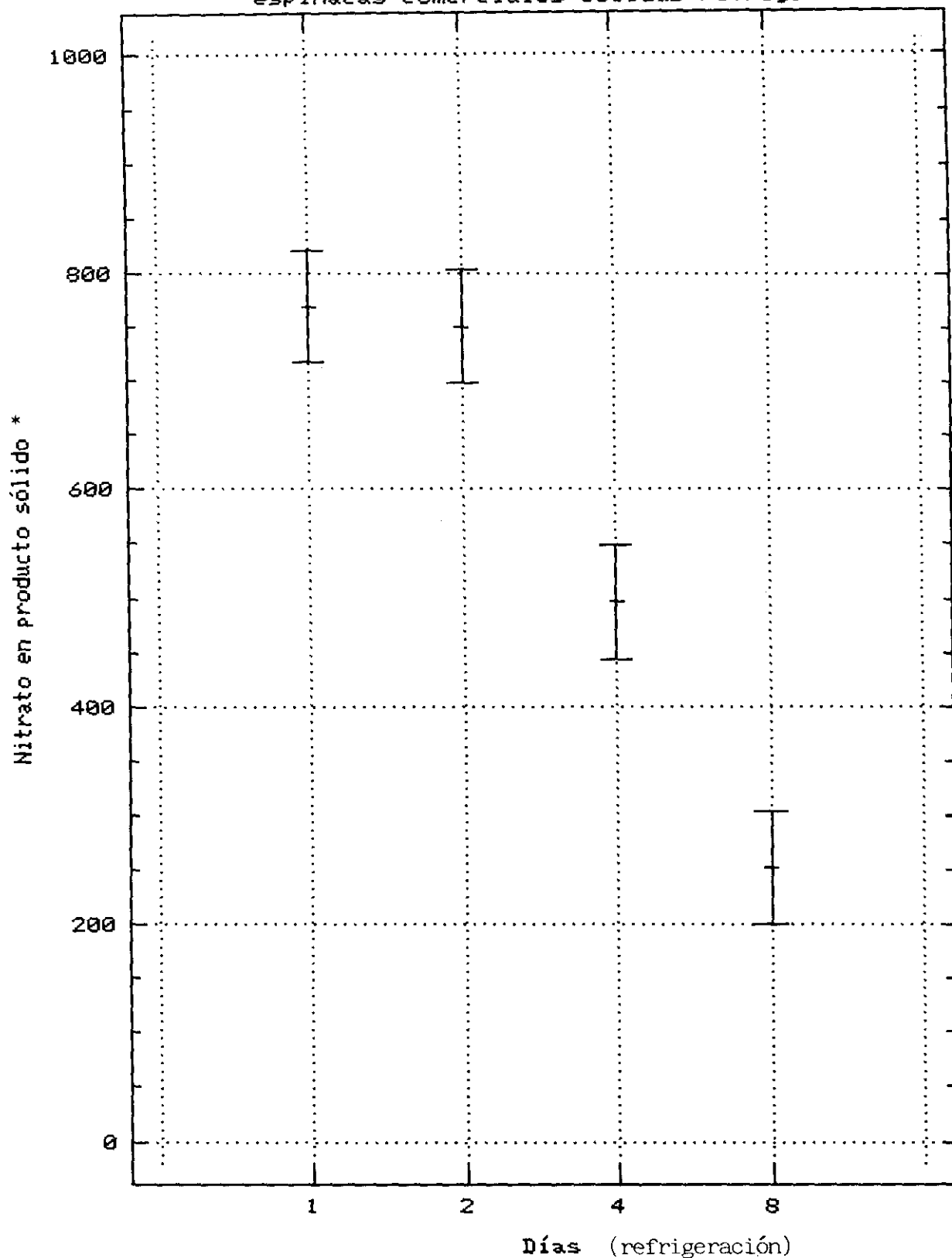
Gráfica nº5. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas refrigeradas.**



* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

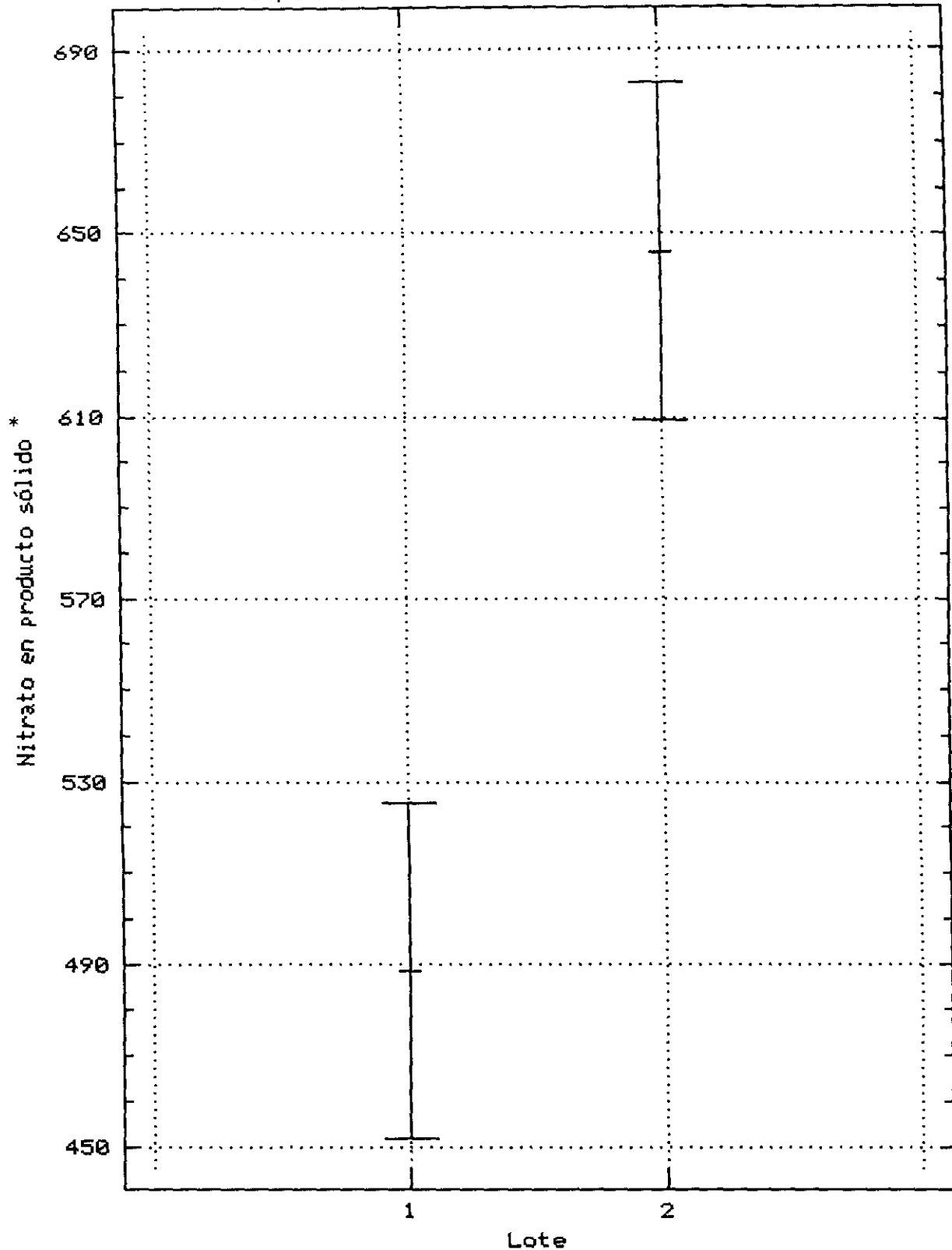
Gráfica n°6. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas refrigerig.**



* mg KNO_3 en el producto cocido procedentes de 1 kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica nº7. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas refrigeradas.**

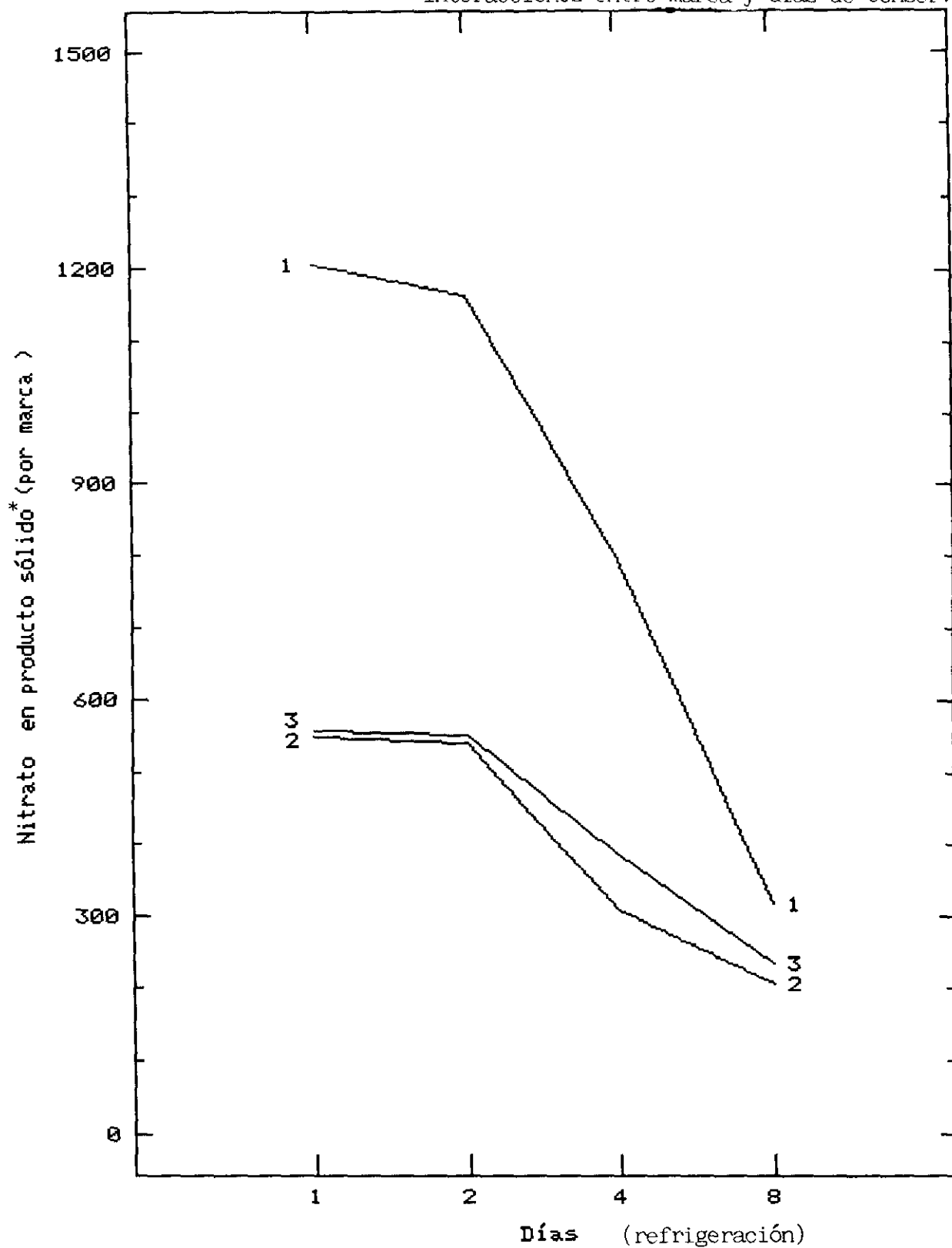


* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica nº 8.- Espinacas comerciales cocidas y refrigeradas.

Interacciones entre marca y días de conservación**

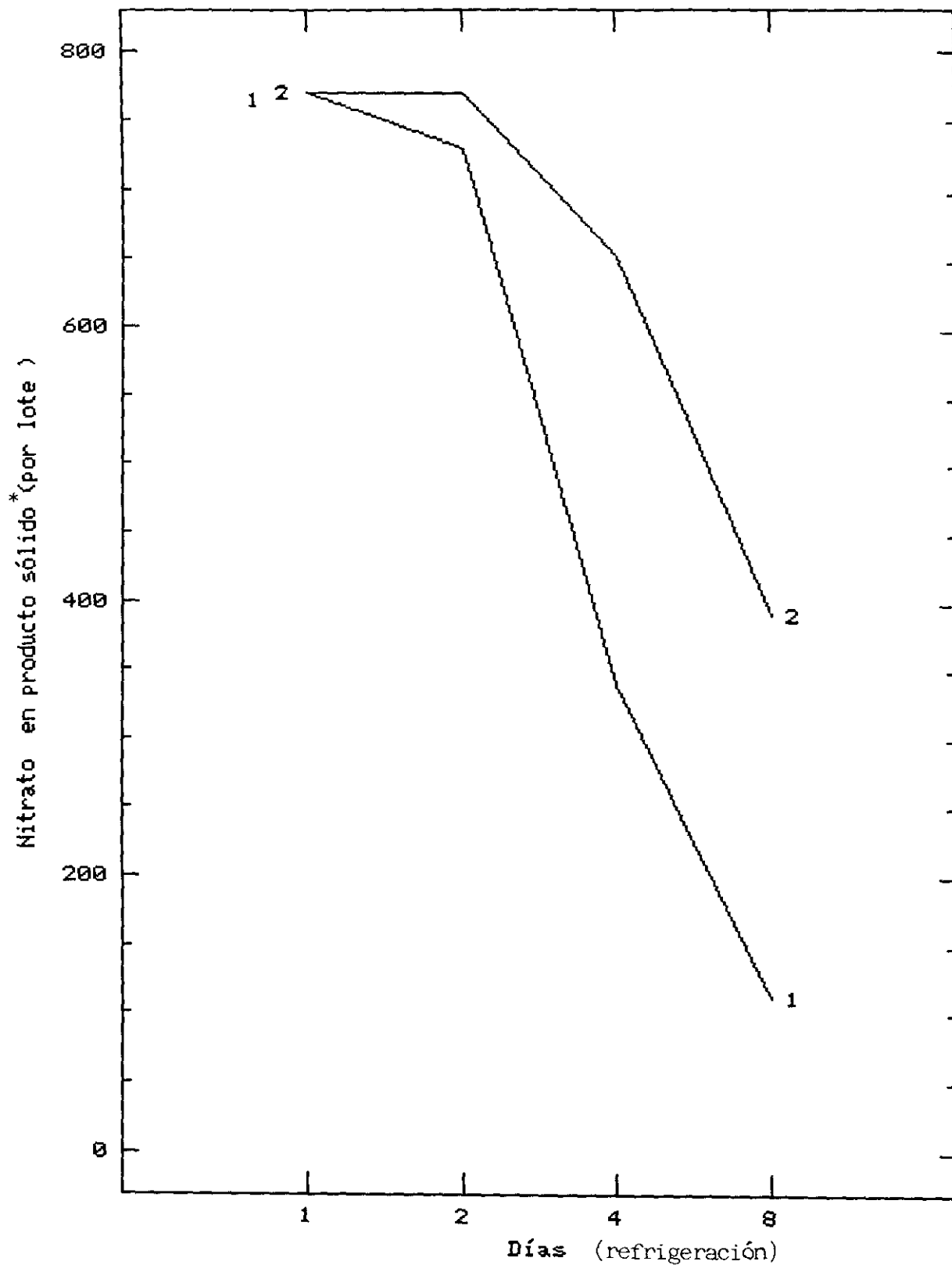


* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica nº 9.- Espinacas comerciales cocidas y refrigeradas.

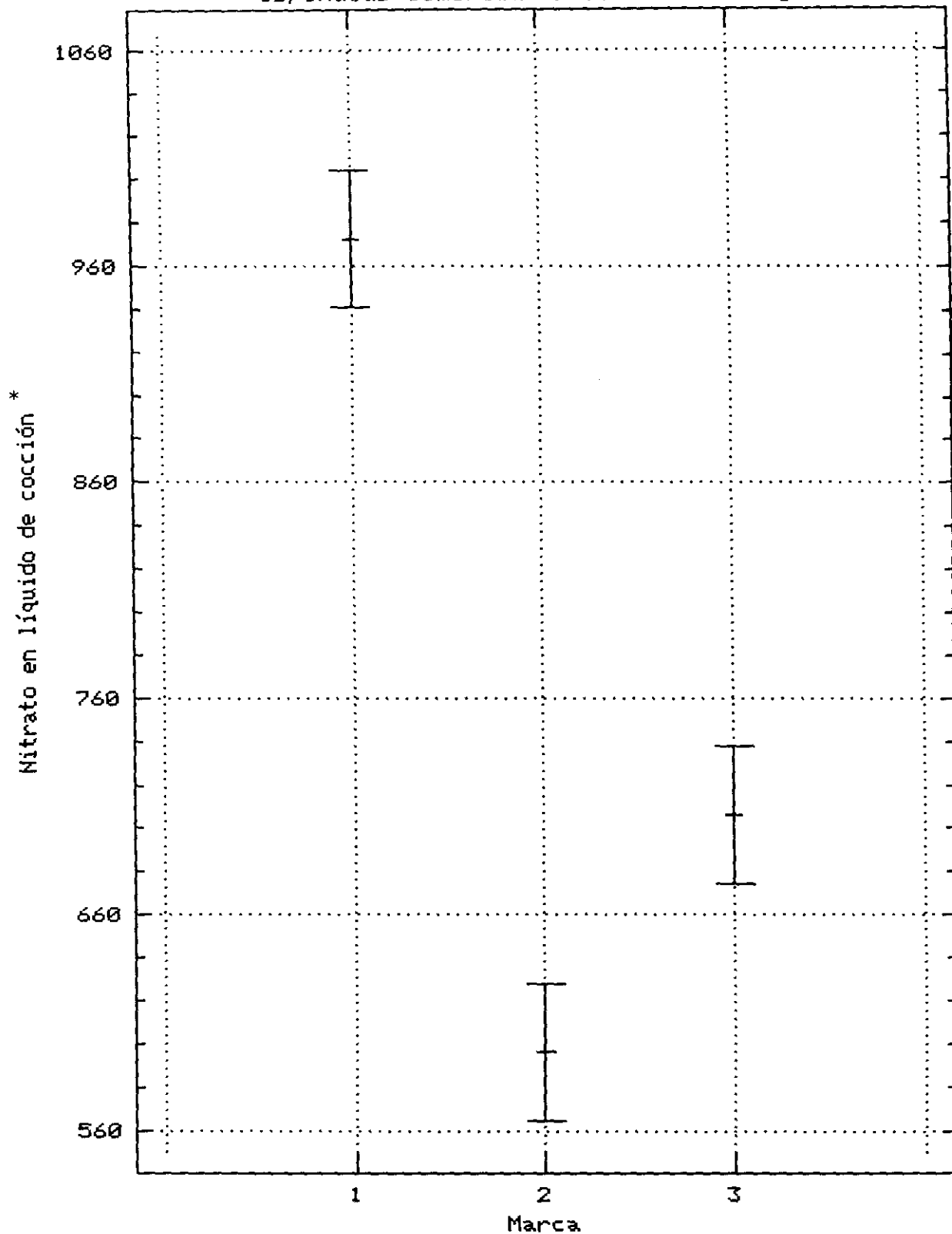
Interacciones entre lotes y días de conservación.**



* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

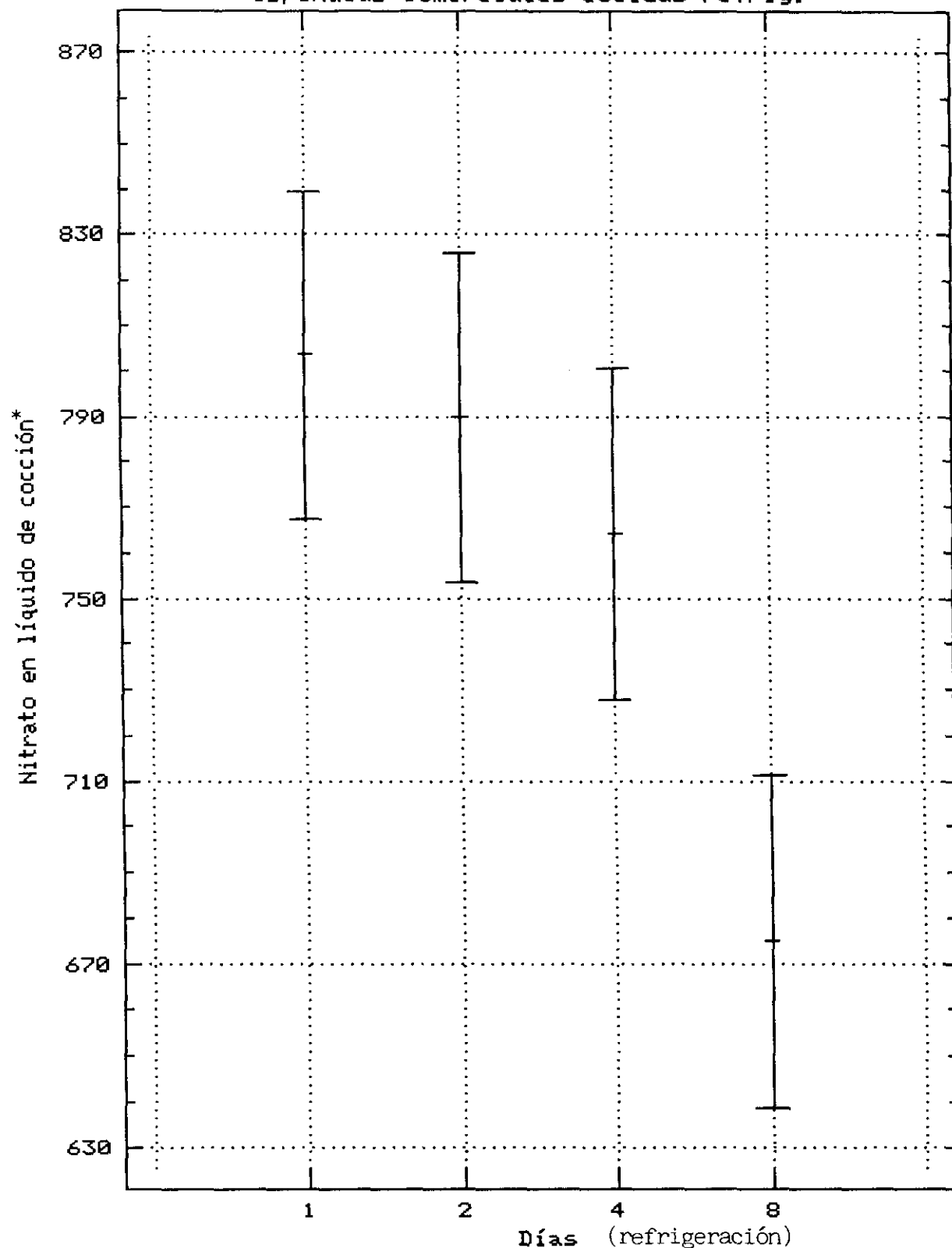
Gráfica n°10. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas refrigeradas.**



* mg KNO₃ cedidos por 1 Kg de muestra cruda/L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

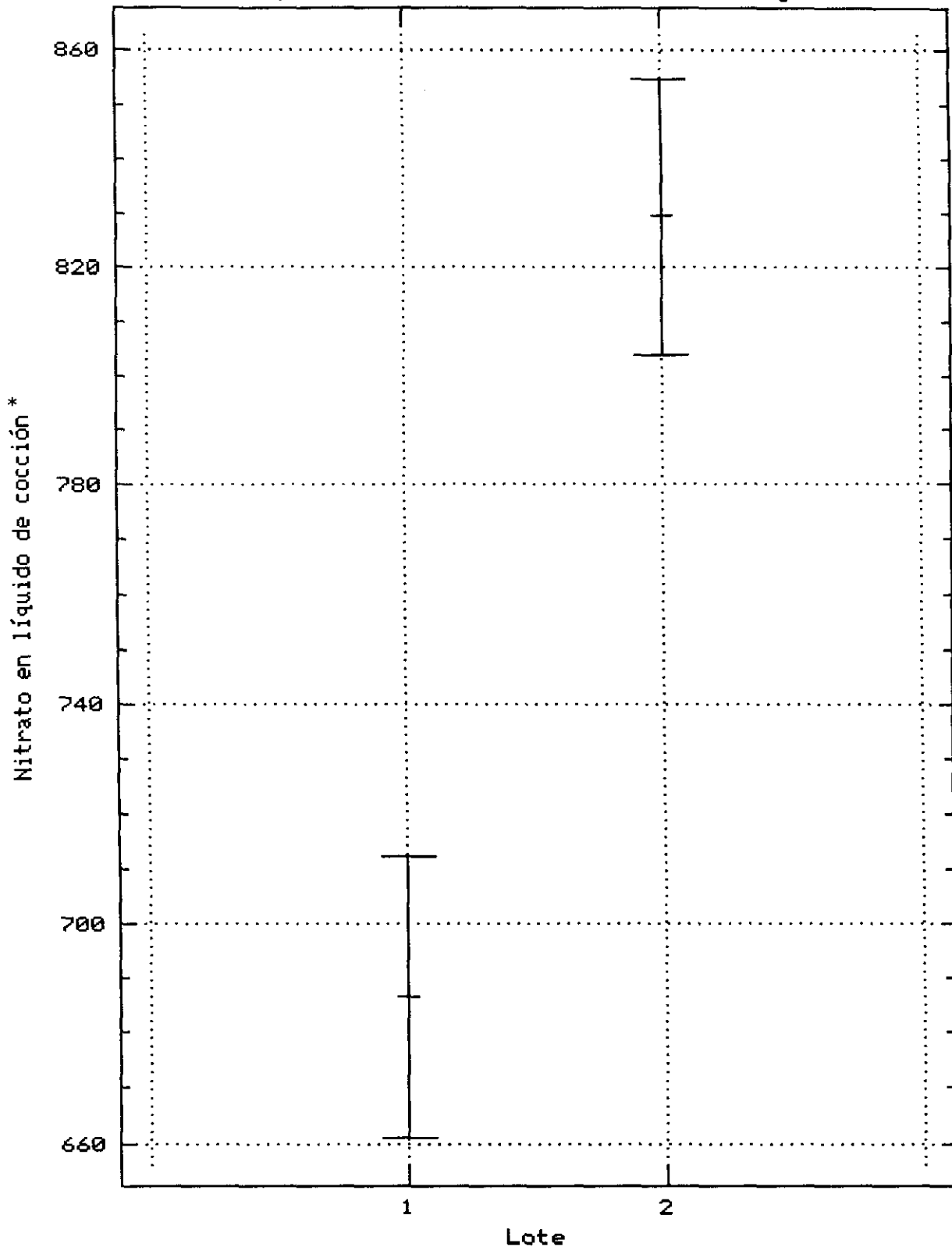
Gráfica n°11. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas refrig**



* mg KNO₃ cedidos por 1 Kg de muestra cruda/L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

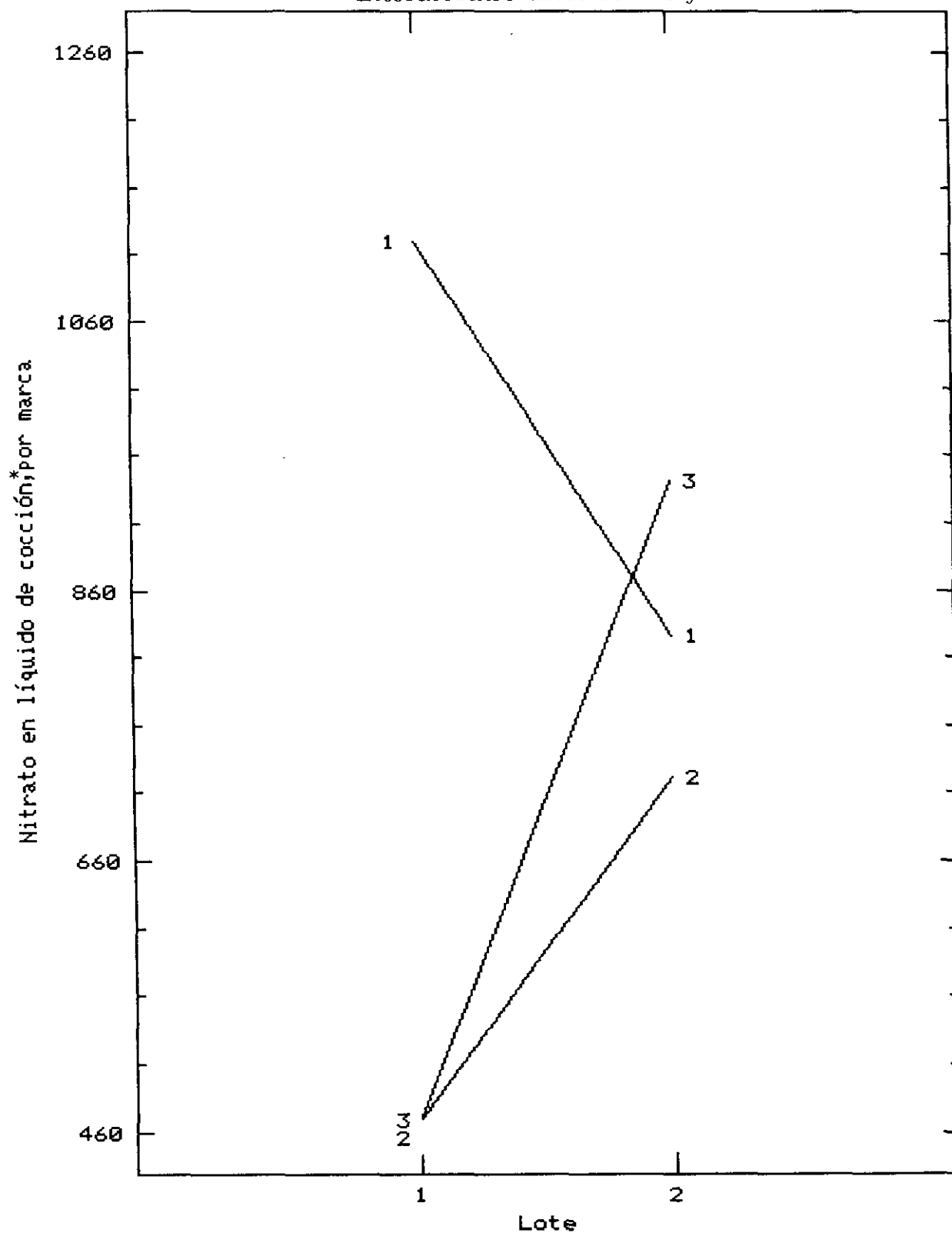
Gráfica n°12. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas refrigeradas.**



* mg KNO₃ cedidos por 1 Kg de muestra cruda/L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

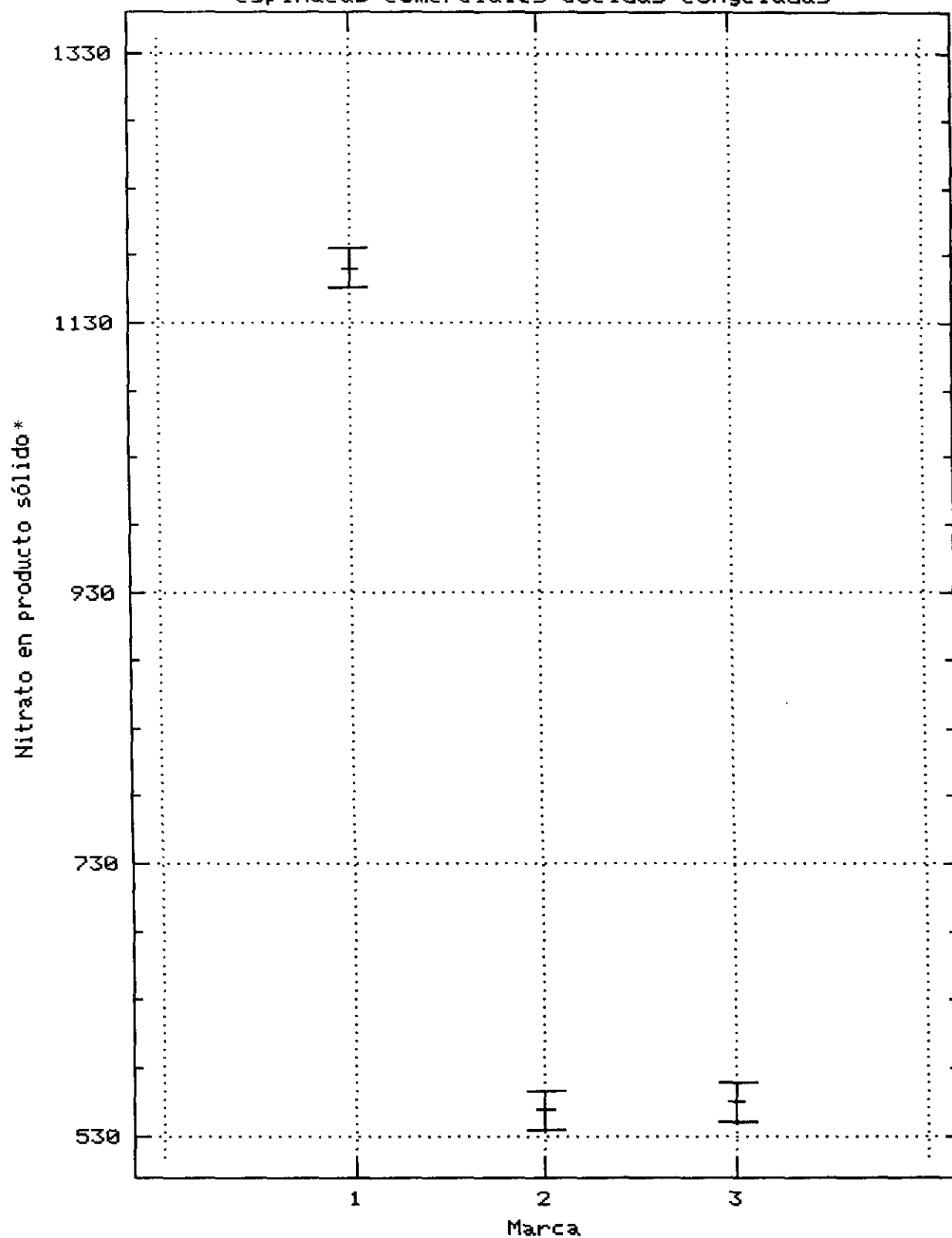
Gráfica nº 13.- Espinacas comerciales cocidas y refrigeradas.
Interacciones entre marcas y lotes.**



* mg KNO₃ cedidos por 1 Kg de muestra cruda / L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica n°14. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas congeladas**

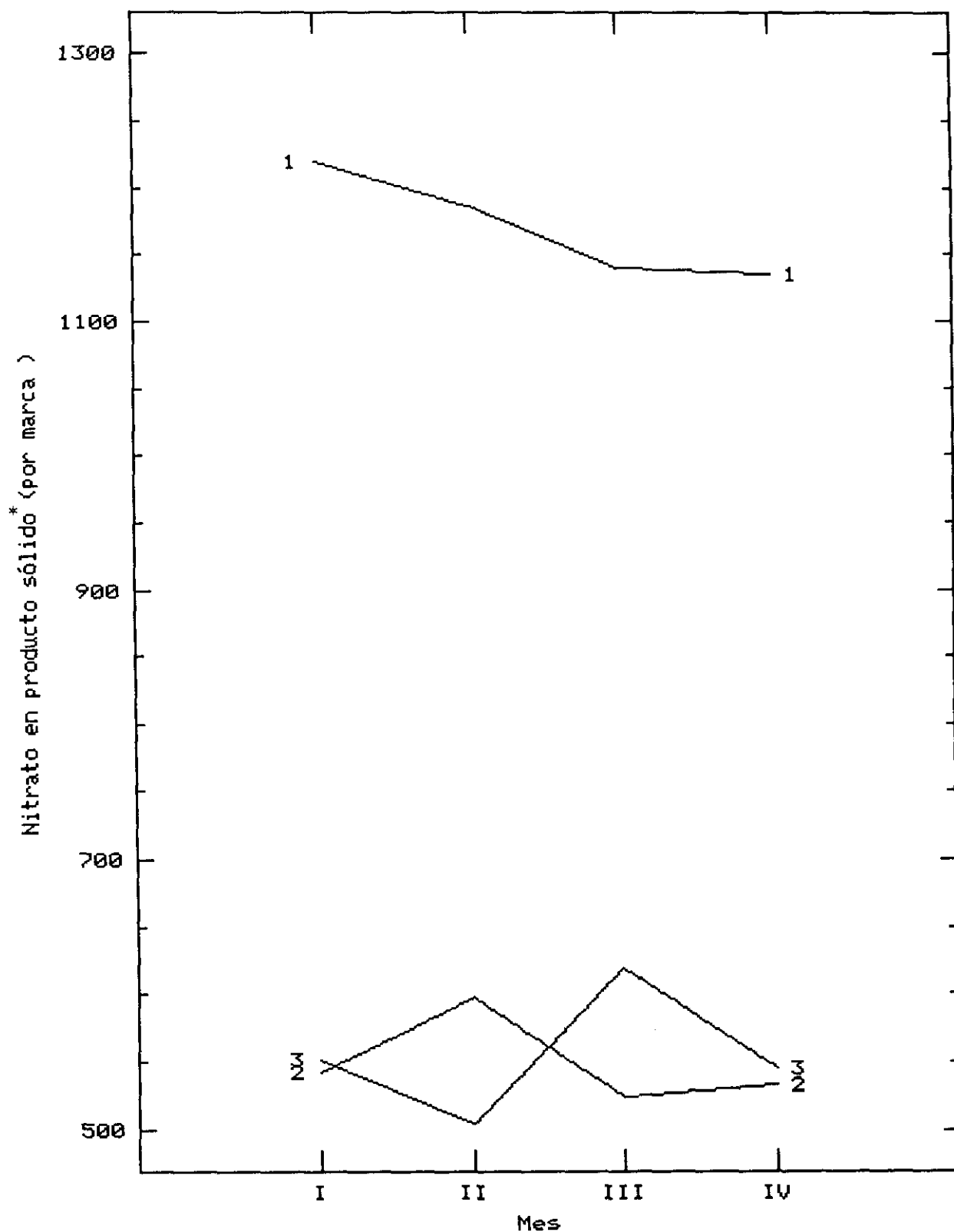


* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica nº 15.- Espinacas comerciales cocidas congeladas.

Interacciones entre marcas y meses de análisis.**

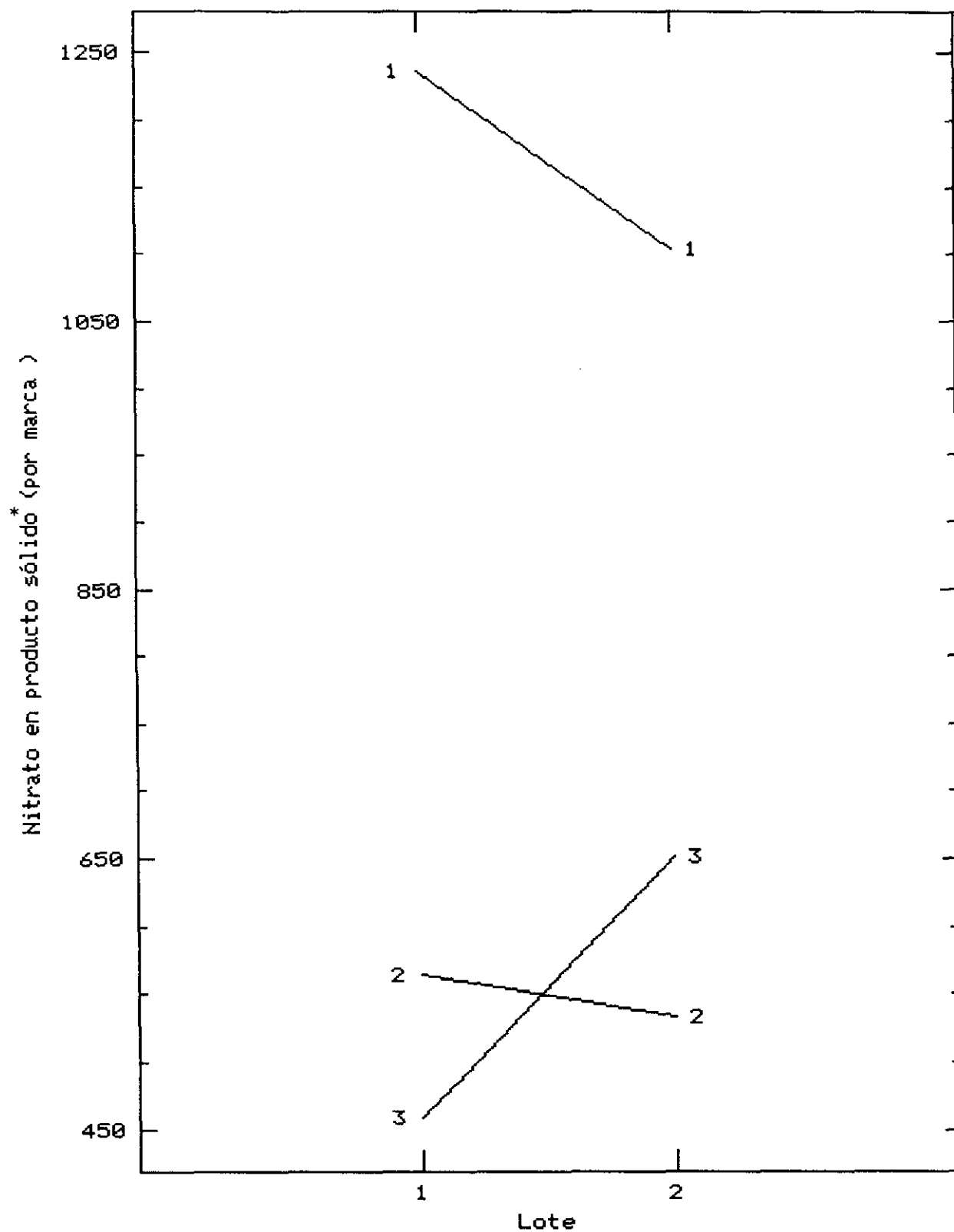


* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica nº 16.- Espinacas comerciales cocidas congeladas.

Interacciones entre marcas y lotes.**

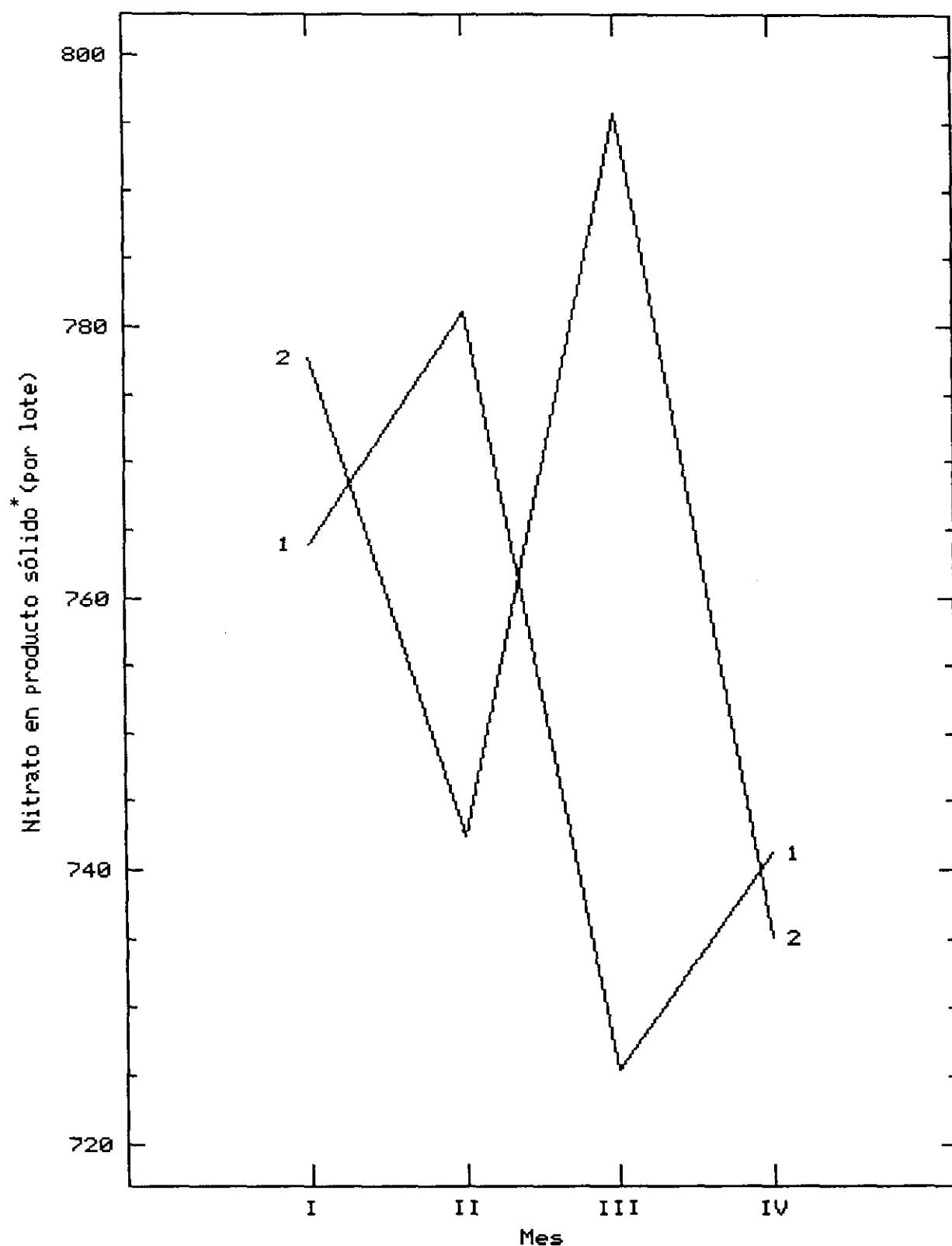


* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica nº 17.- Espinacas comerciales cocidas congeladas.

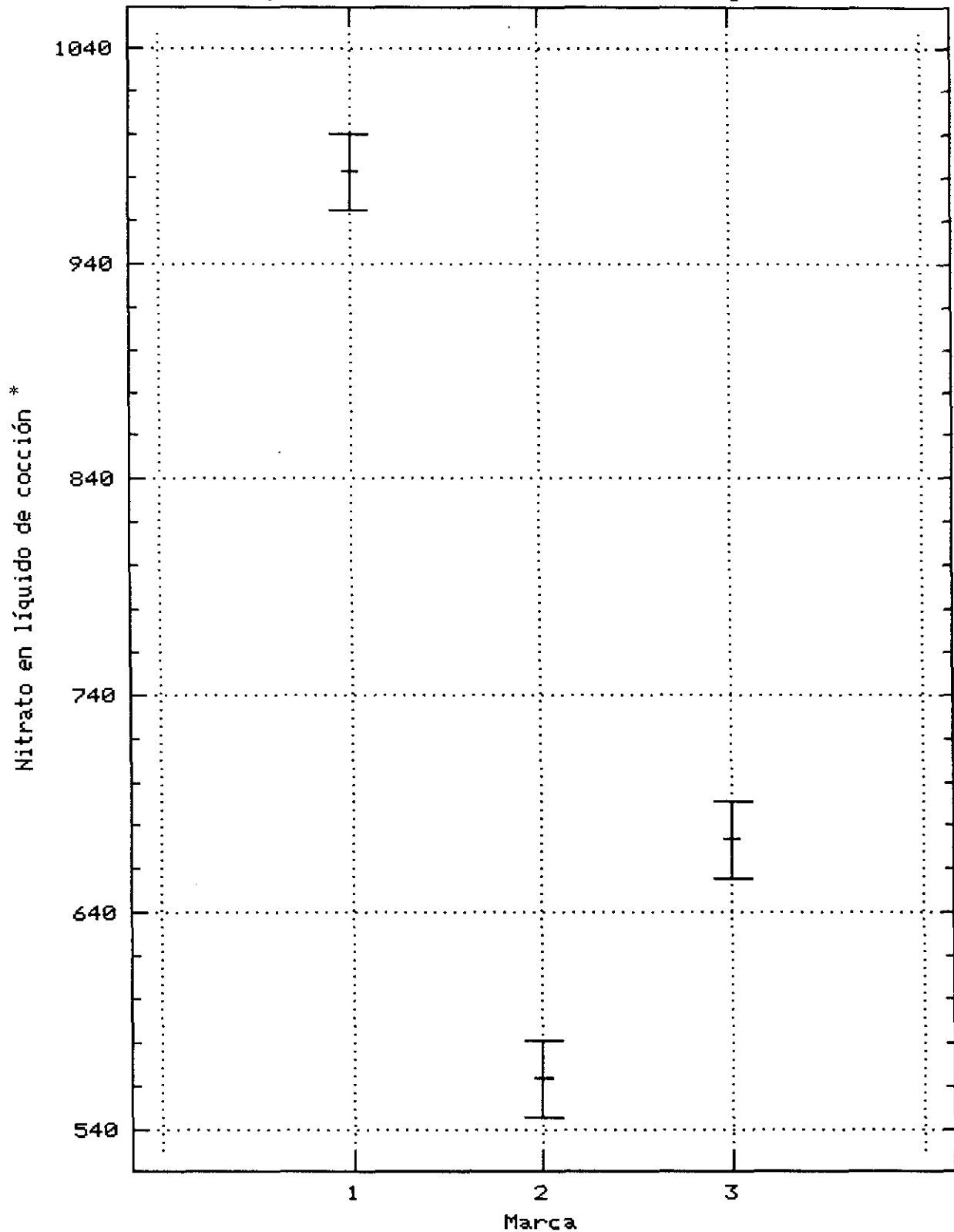
Interacciones entre lotes y meses de análisis.**



* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

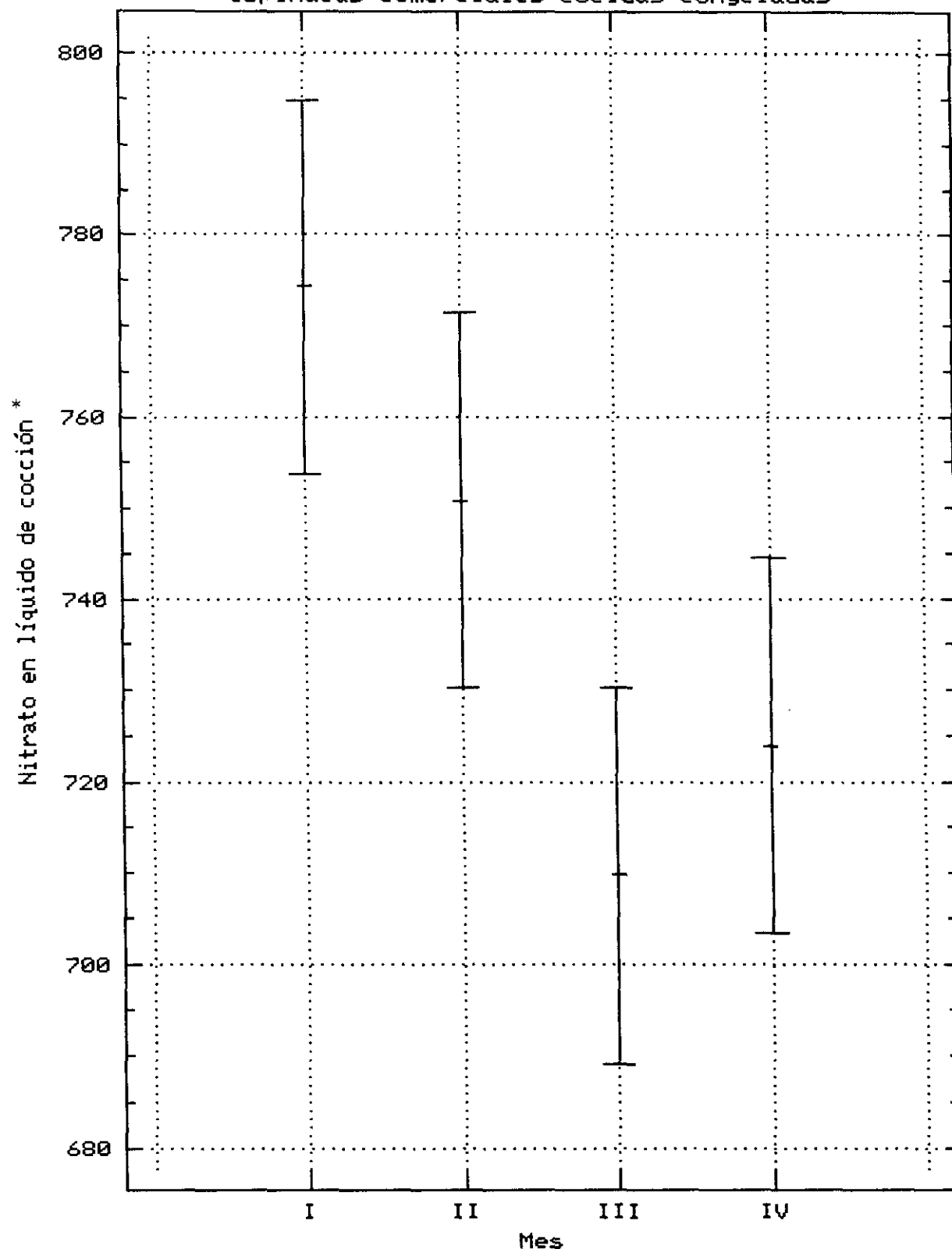
Gráfica nº18. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas congeladas **



* mg KNO₃ cedidos por 1 Kg de muestra cruda /L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

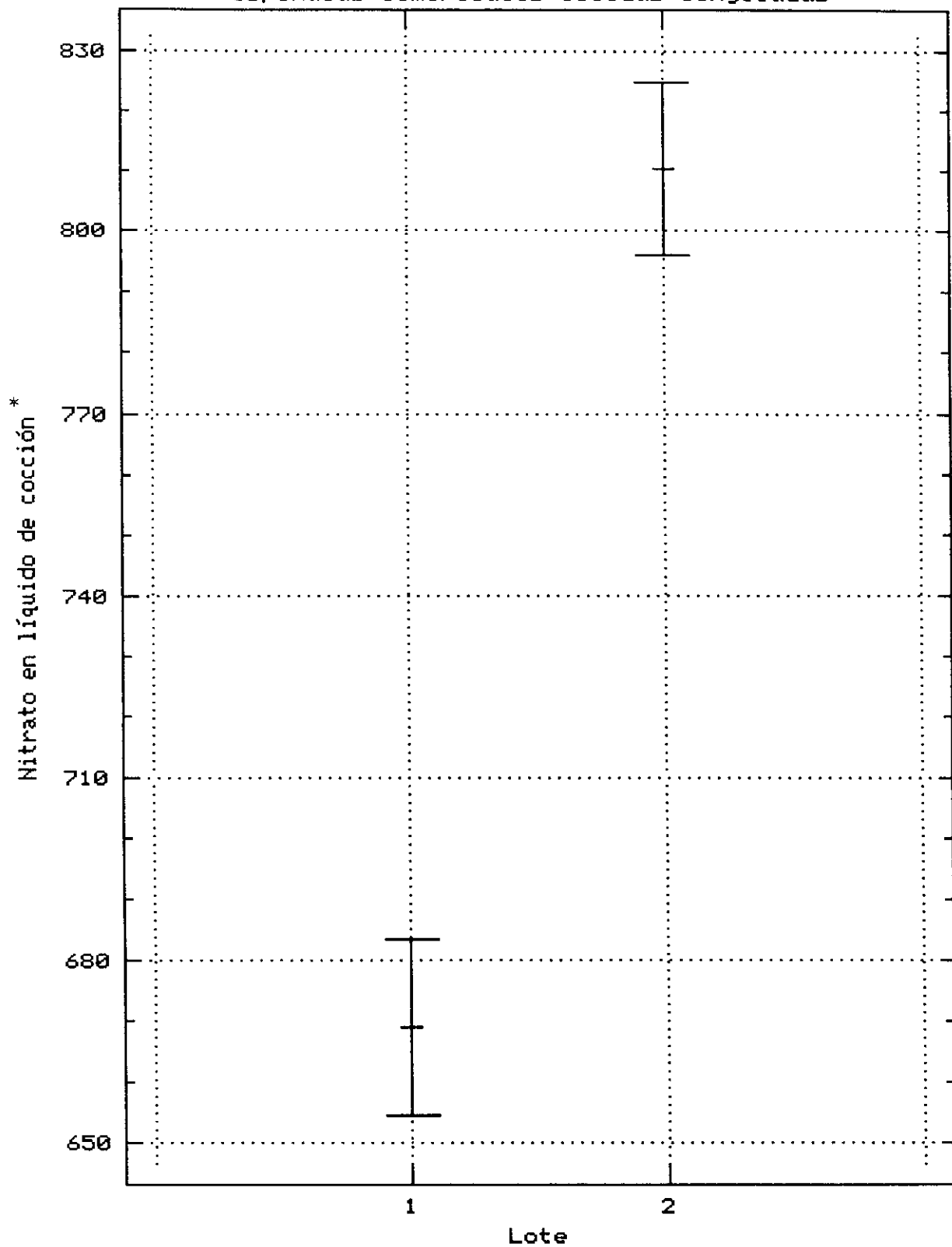
Gráfica nº19. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas congeladas **



* mg KNO₃ cedidos por 1 Kg de muestra cruda/L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

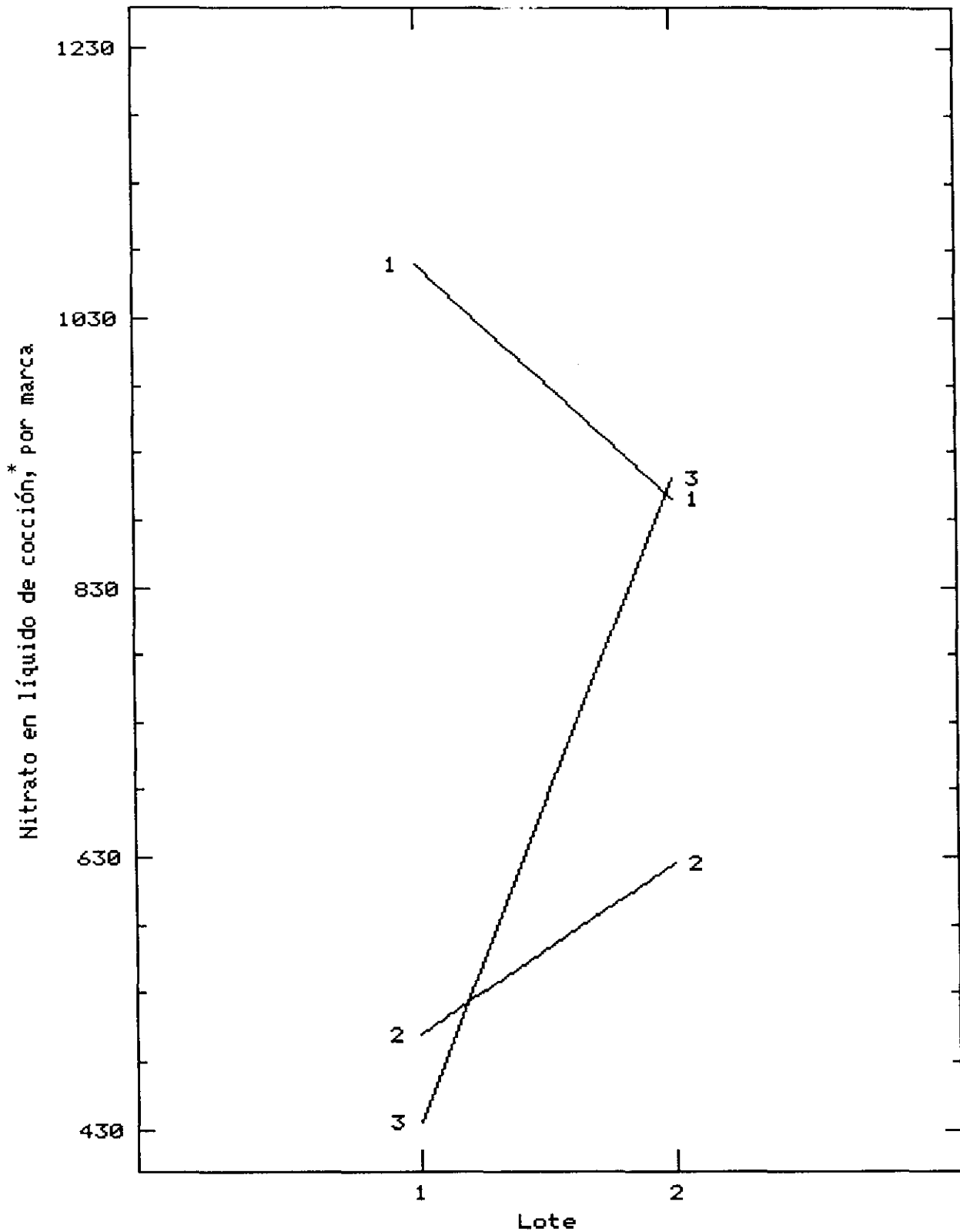
Gráfica nº20. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas congeladas**



* mg KNO_3 cedidos por 1 Kg de muestra cruda/L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica nº 21.- Espinacas comerciales cocidas congeladas.
Interacciones entre marcas y lotes.**

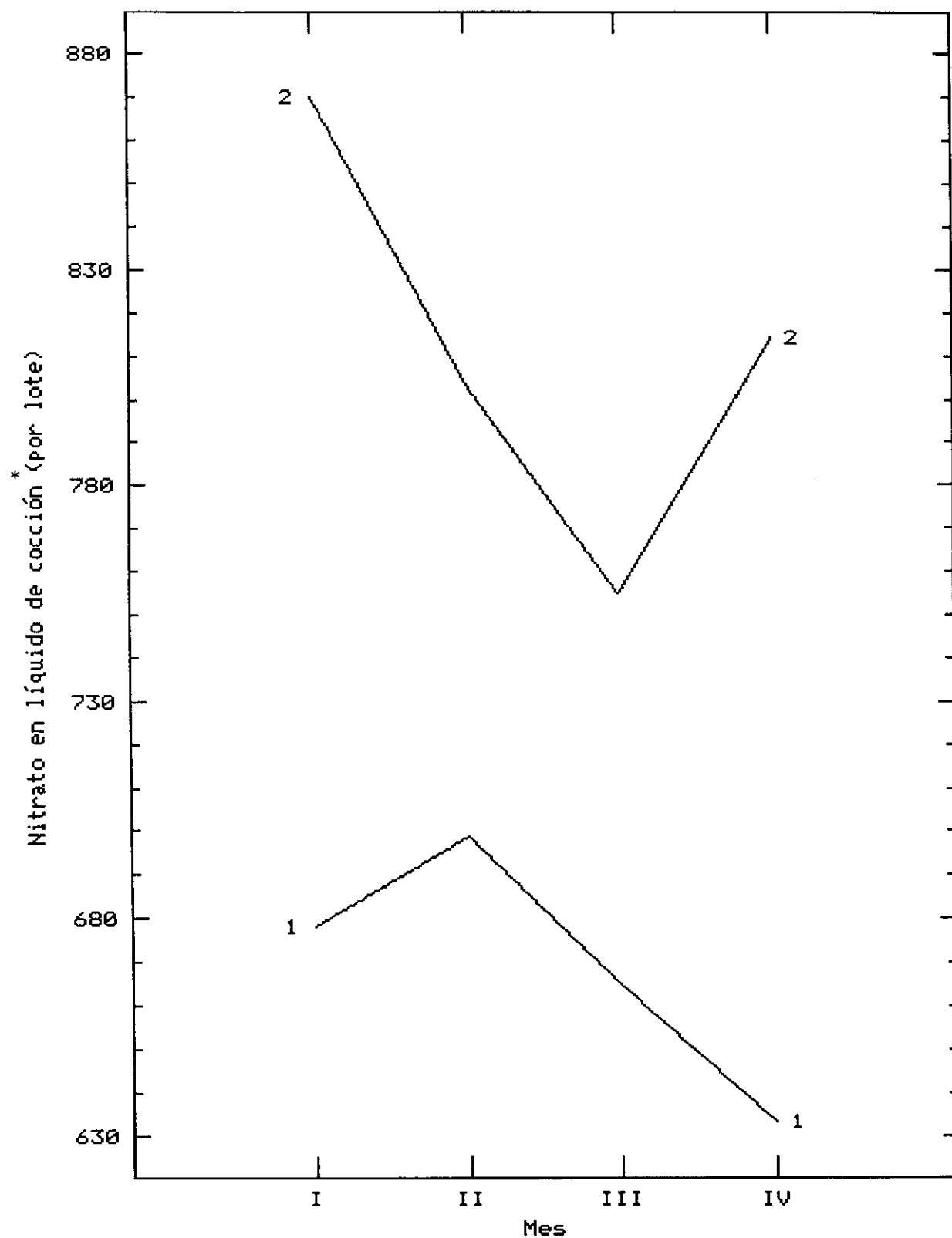


* mg KNO₃ cedidos por 1 Kg de muestra cruda/L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica nº 22.- Espinacas comerciales cocidas congeladas.

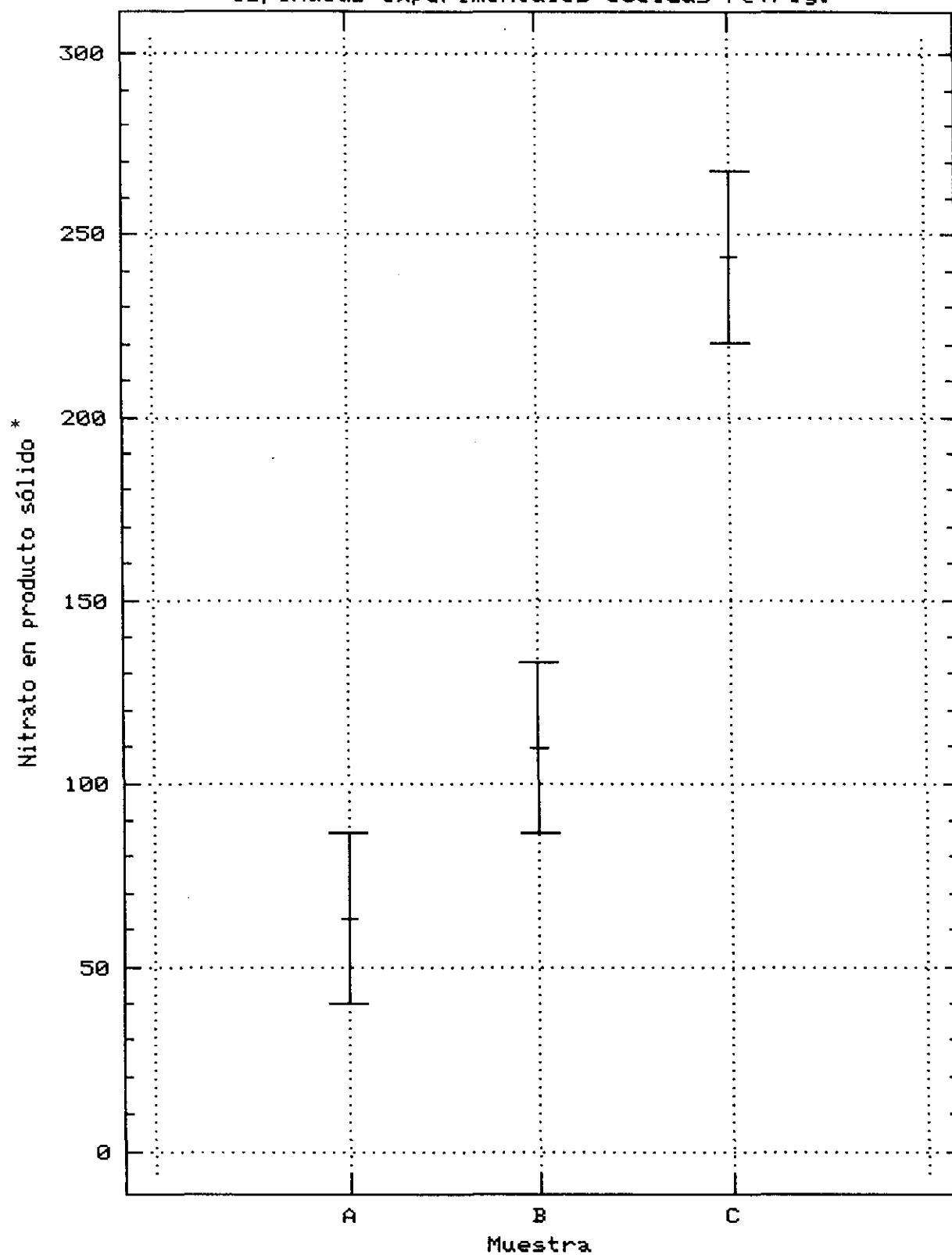
Interacciones entre lotes y meses de análisis.**



* mg KNO₃ cedidos por 1 Kg de muestra cruda /L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

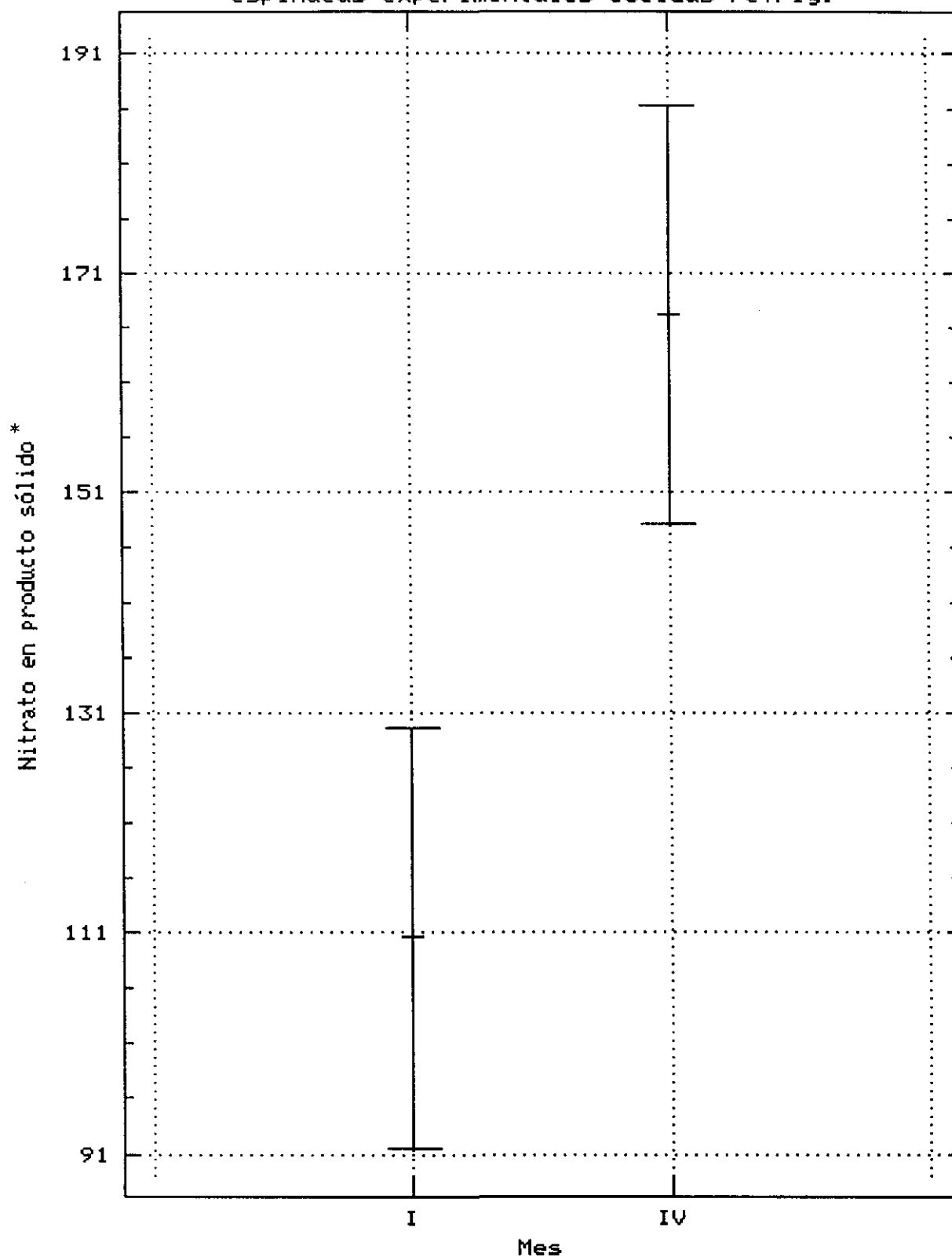
Gráfica nº23. Intervalos al 95% para
espinacas experimentales cocidas refrig.**



* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

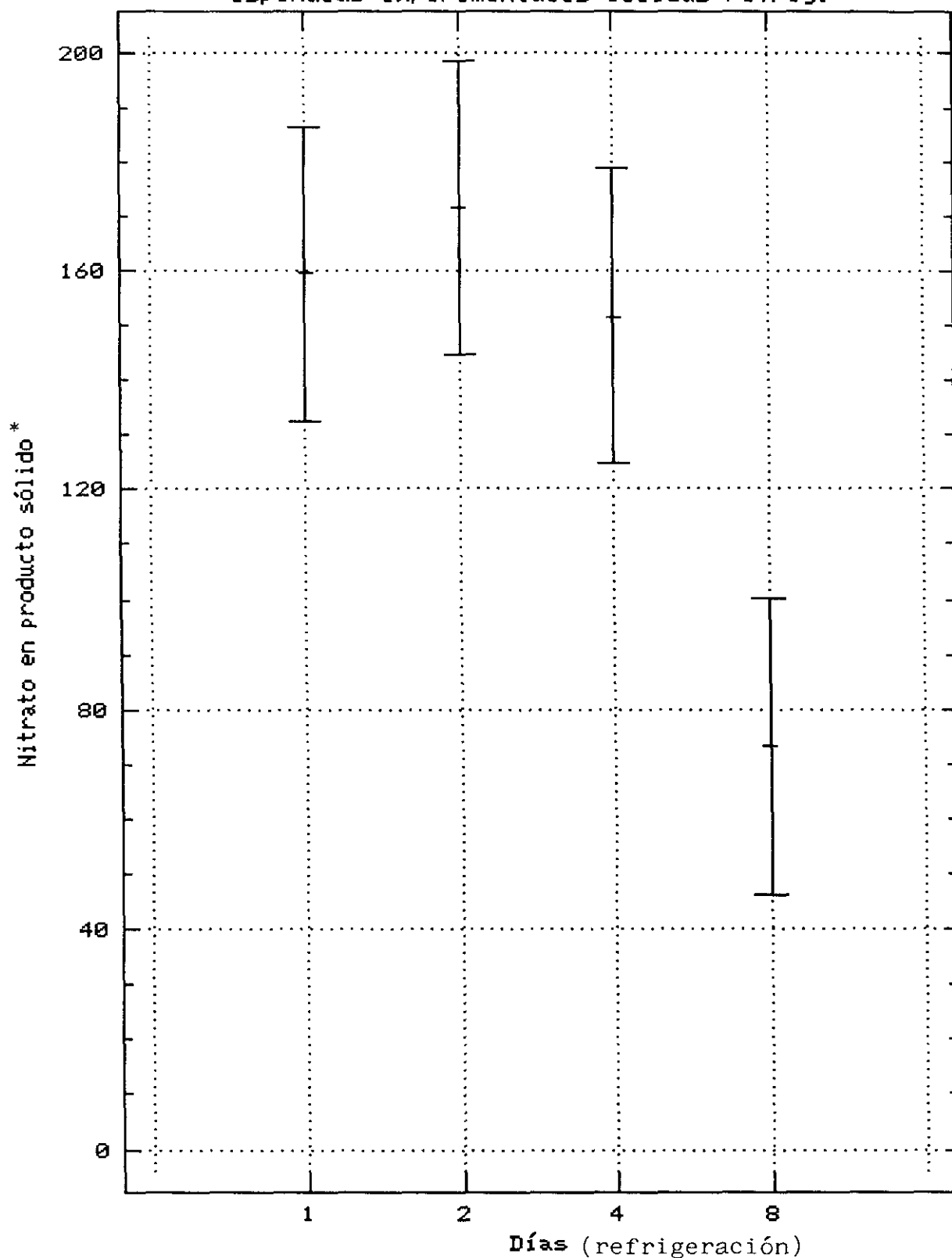
Gráfica nº24. Intervalos al 95% para
espinacas experimentales cocidas refrig.**



* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica n°25. Intervalos al 95% para
espinacas experimentales cocidas refrig.**

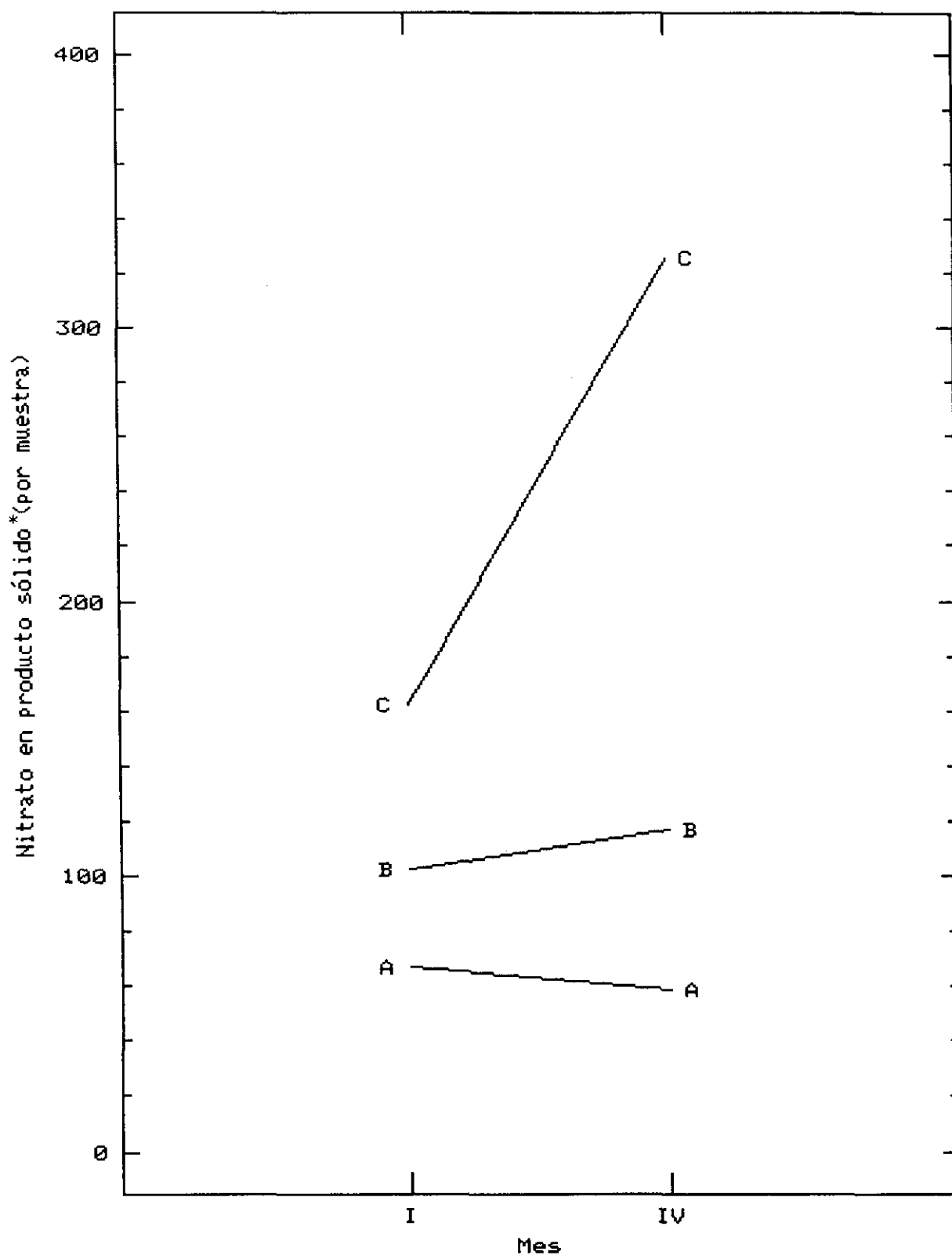


* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica nº 26.- Espinacas experimentales cocidas refrigeradas.

Interacciones entre muestras y meses de análisis.**

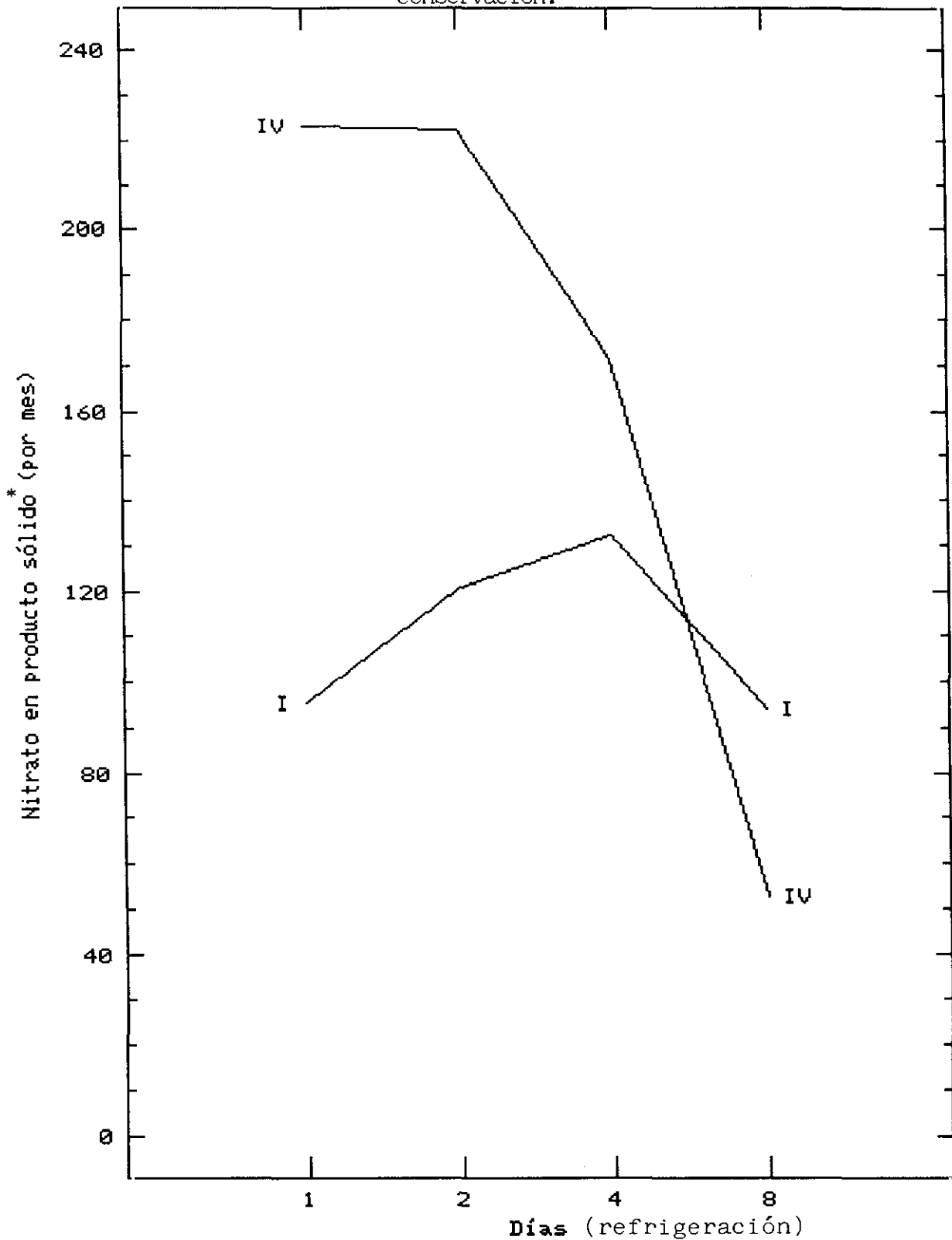


* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica nº 27.- Espinacas experimentales cocidas refrigeradas.

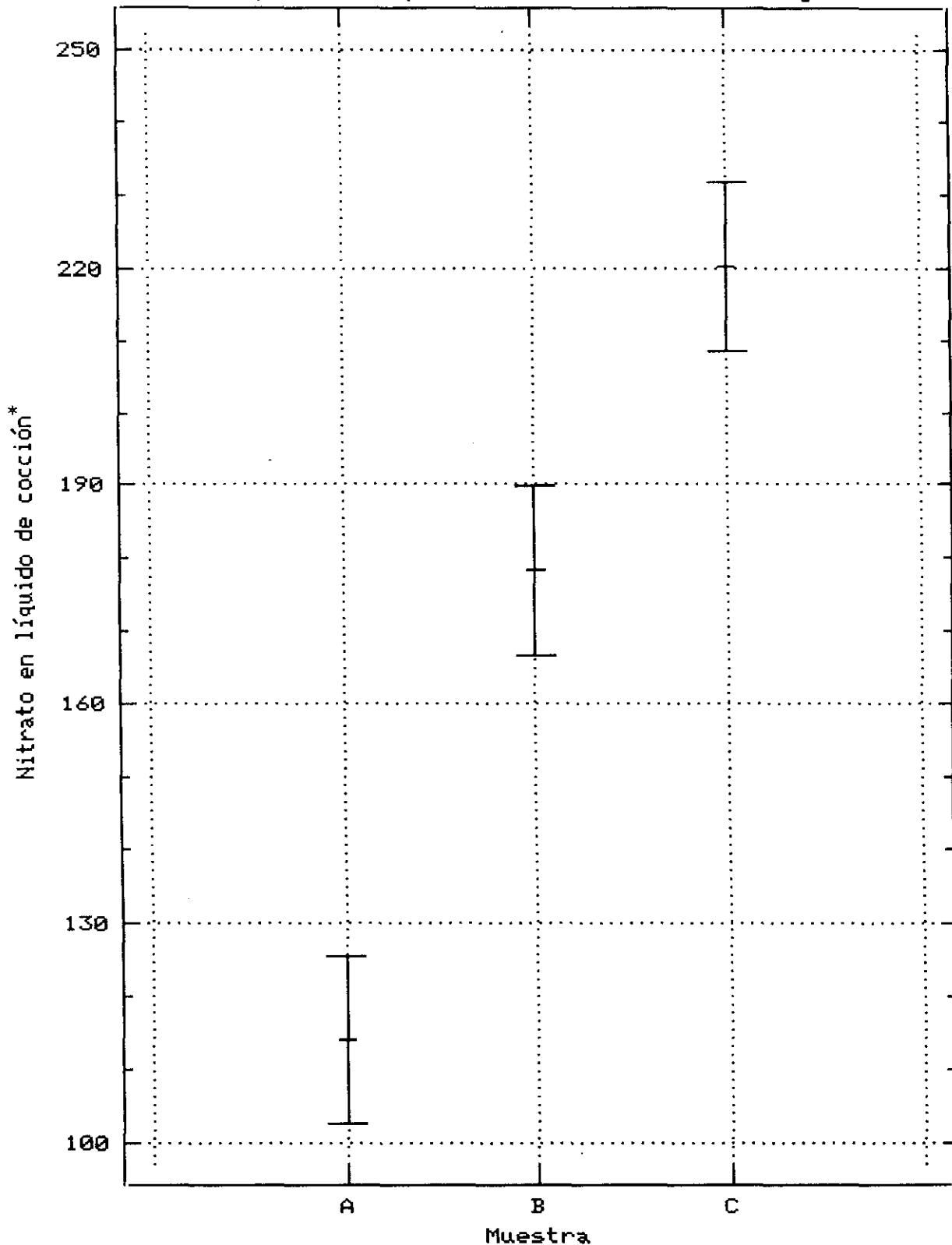
Interacciones entre meses de análisis y días de conservación.**



* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

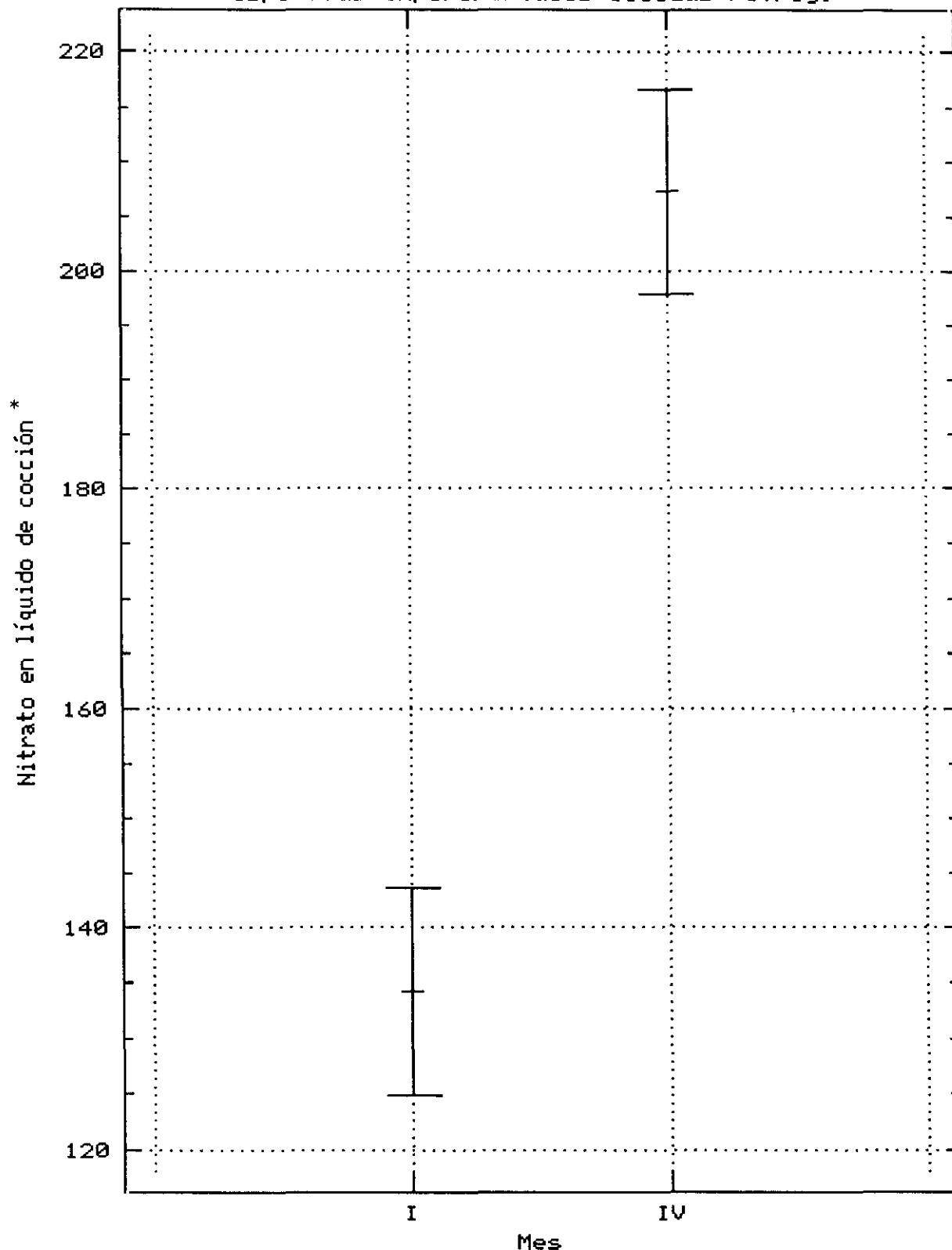
Gráfica n°28. Intervalos al 95% para
espinacas experimentales cocidas refrigeradas.**



* mg KNO₃ cedidos por 1 Kg de muestra cruda/L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

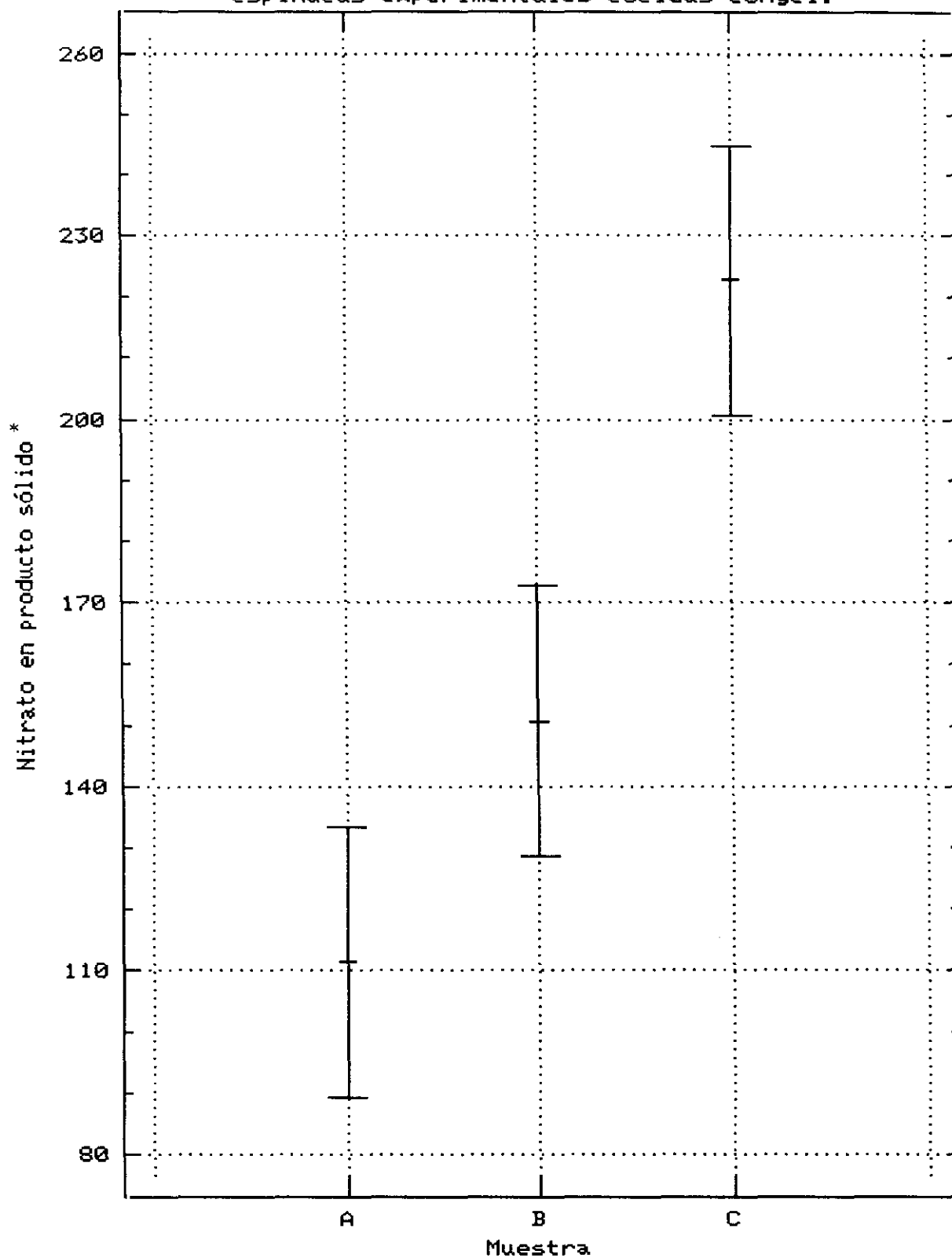
Gráfica nº29. Intervalos al 95% para
espinacas experimentales cocidas refrig.**



* mg KNO₃ cedidos por 1 Kg de muestra cruda /L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

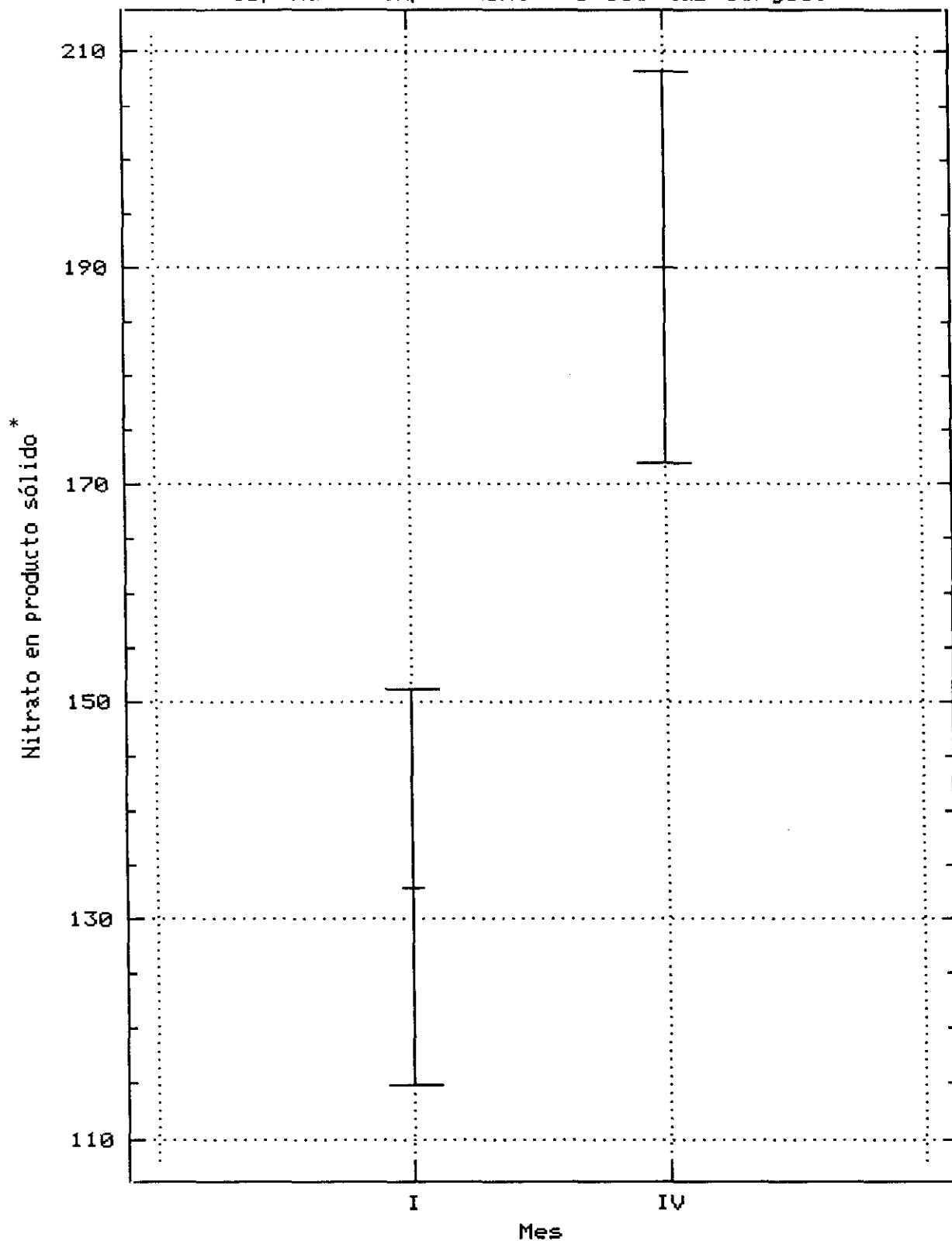
Gráfica n°30. Intervalos al 95% para
espinacas experimentales cocidas congel.**



* mg KNO_3 en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

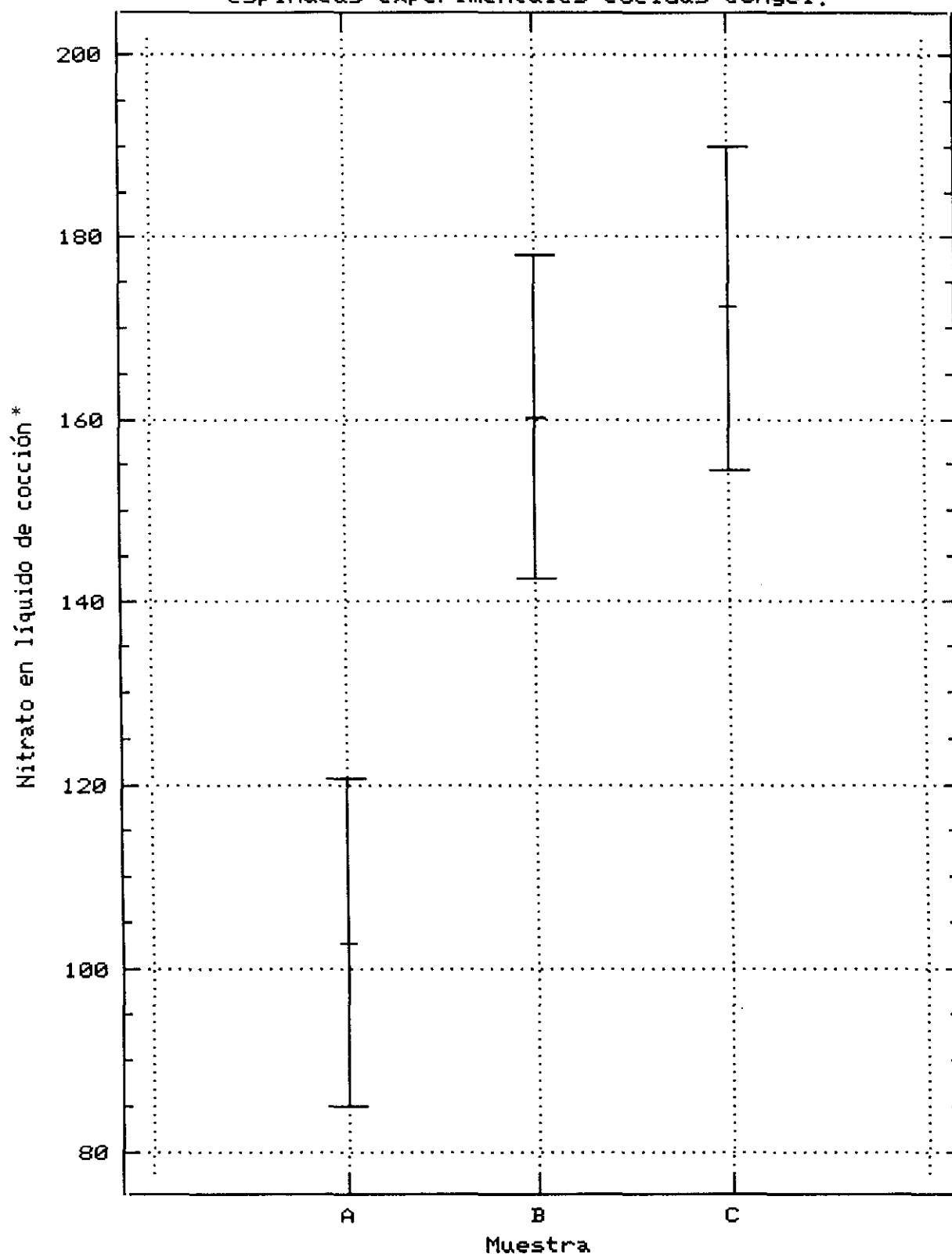
Gráfica n°31. Intervalos al 95% para
espinacas experimentales cocidas congel.**



* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

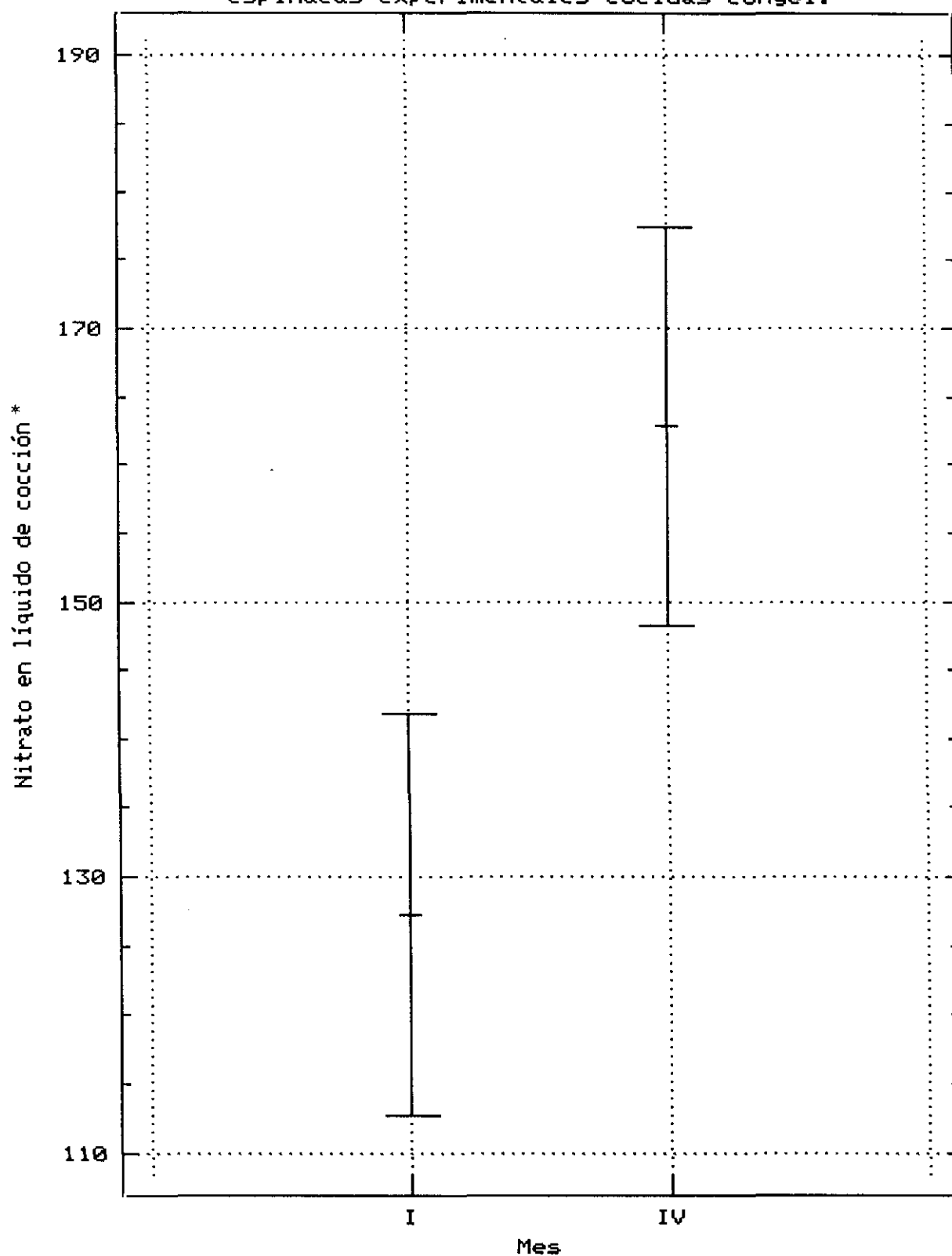
Gráfica n°32. Intervalos al 95% para
espinacas experimentales cocidas congel.**



* mg KNO_3 cedidos por 1 Kg de muestra cruda /L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

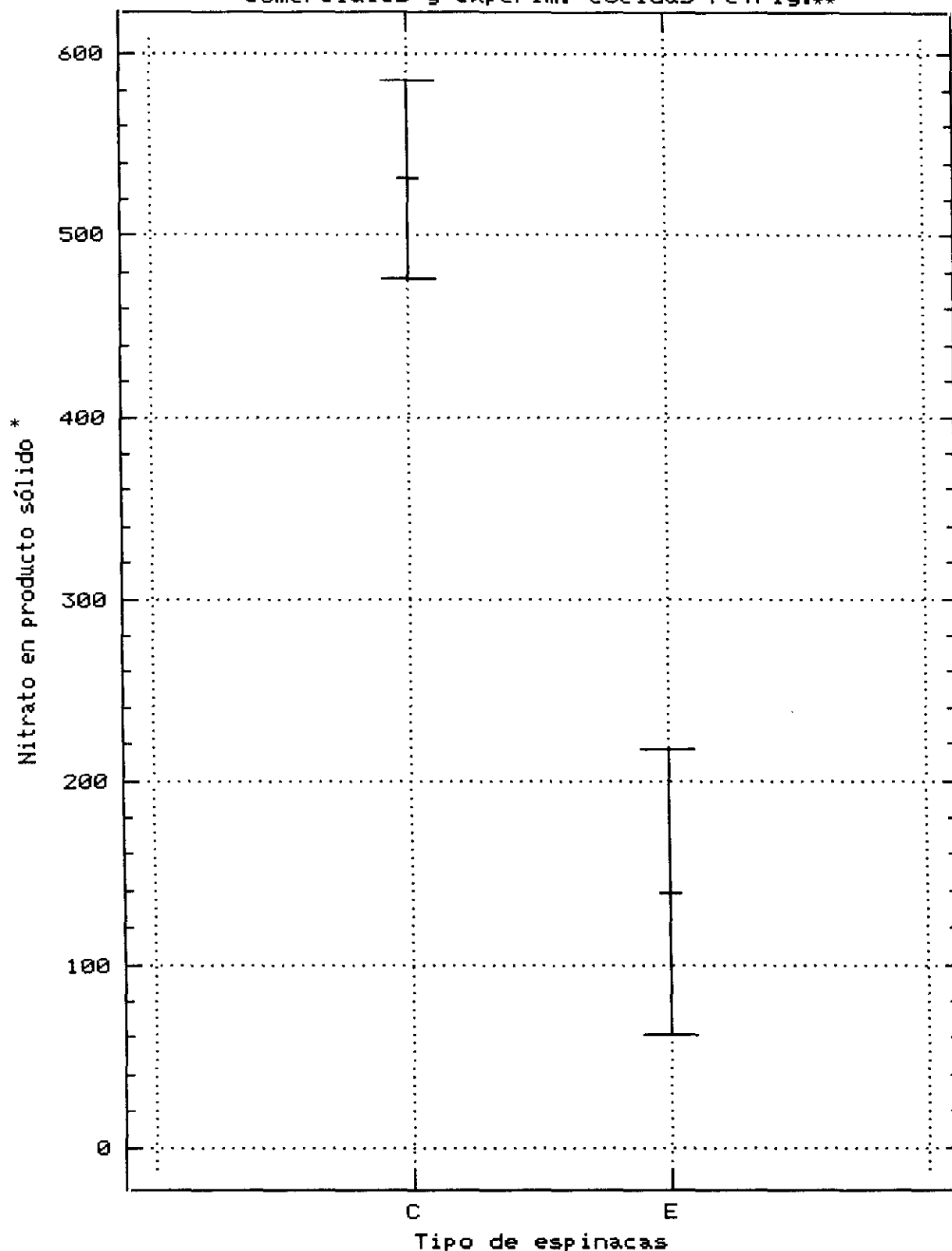
Gráfica nº33. Intervalos al 95% para
espinacas experimentales cocidas congel**



* mg KNO₃ cedidos por 1 Kg de muestra cruda /L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica n° 34. Intervalos al 95%. Espinacas comerciales y experim. cocidas refrig.**



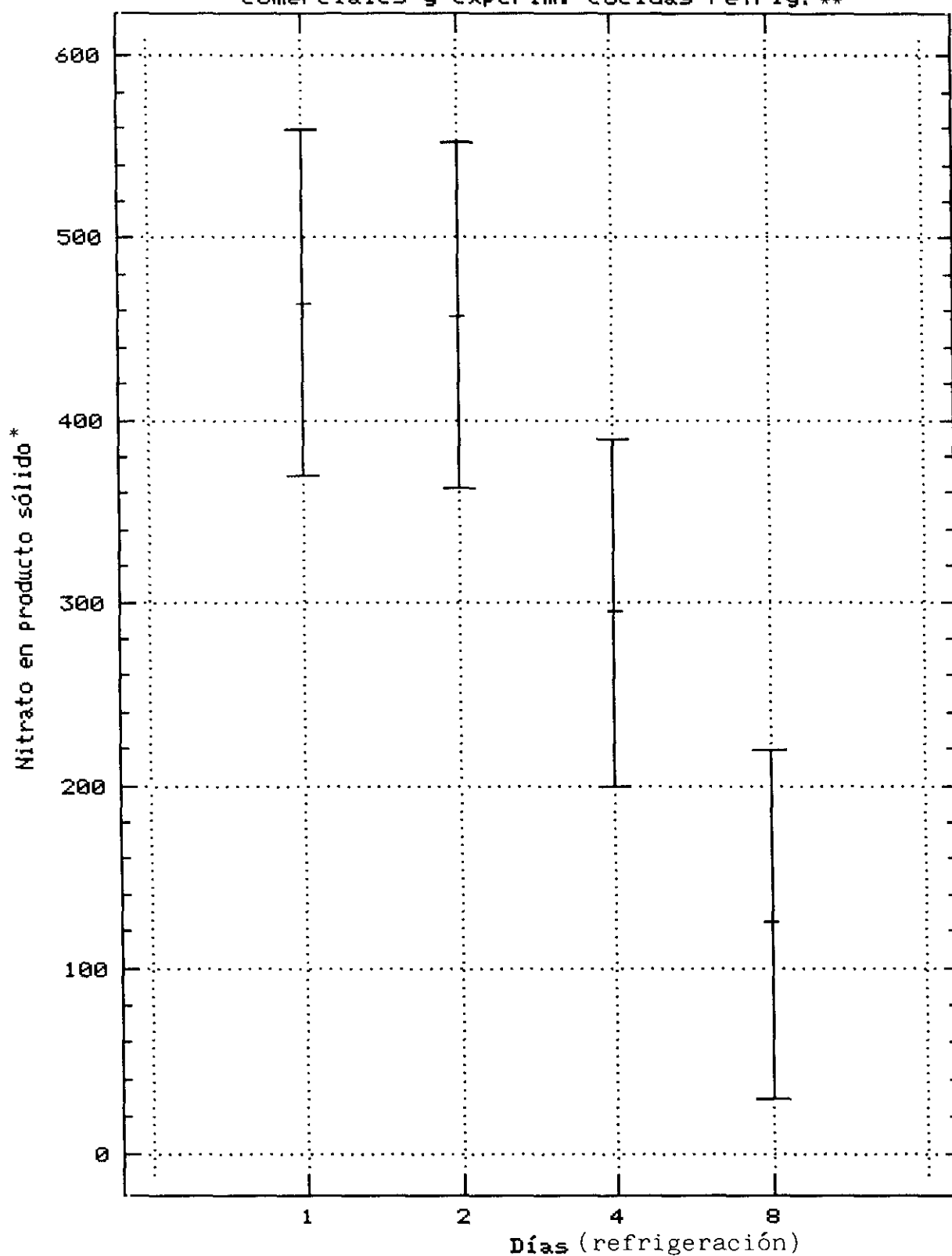
C = Espinacas comerciales.

E = Espinacas experimentales.

* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica n° 35. Intervalos al 95%. Espinacas comerciales y experim. cocidas refrig. **

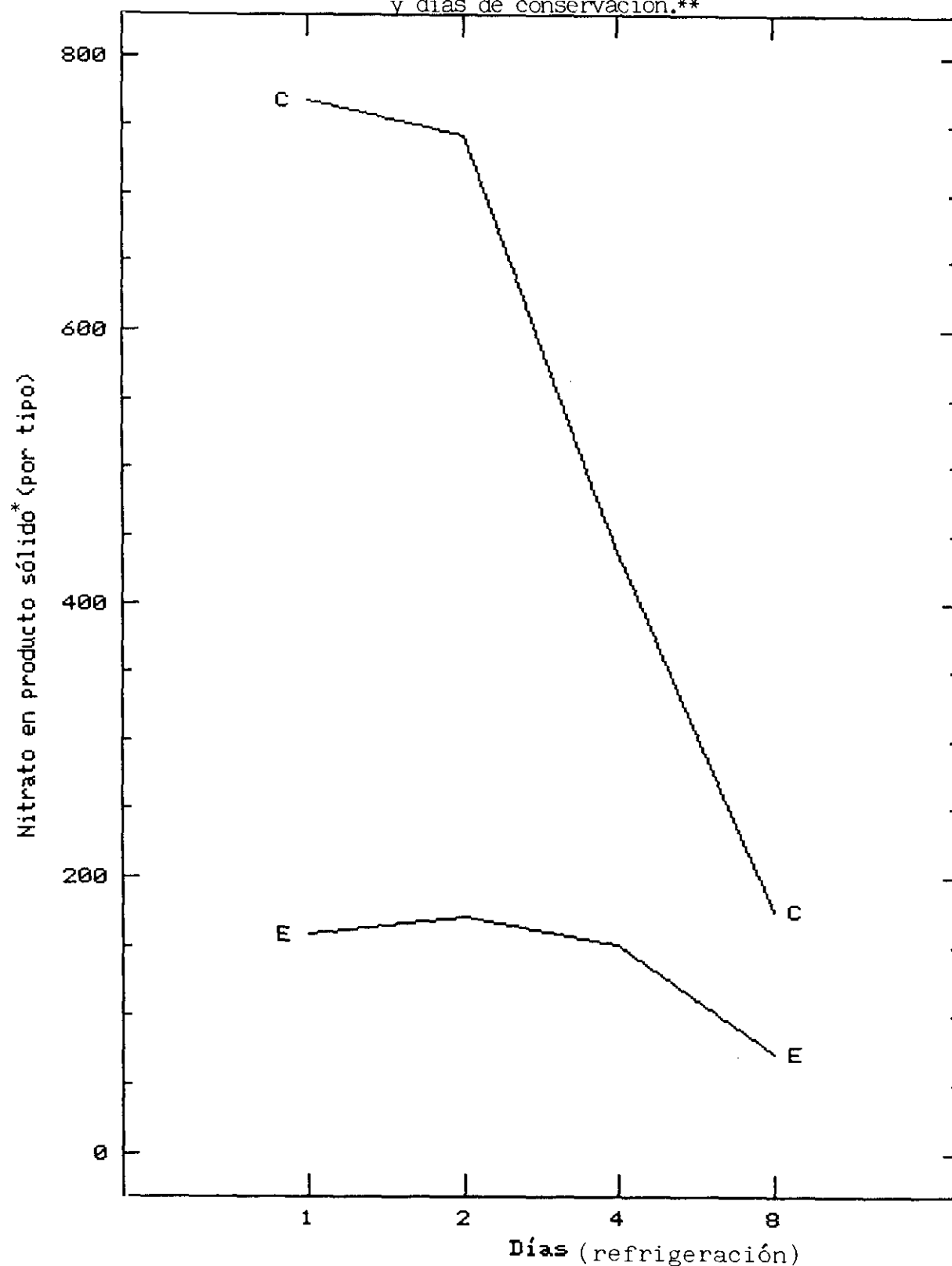


* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica nº 36.- Espinacas comerciales y experimentales,
cocidas refrigeradas.

Interacciones entre el tipo de muestra
y días de conservación.**



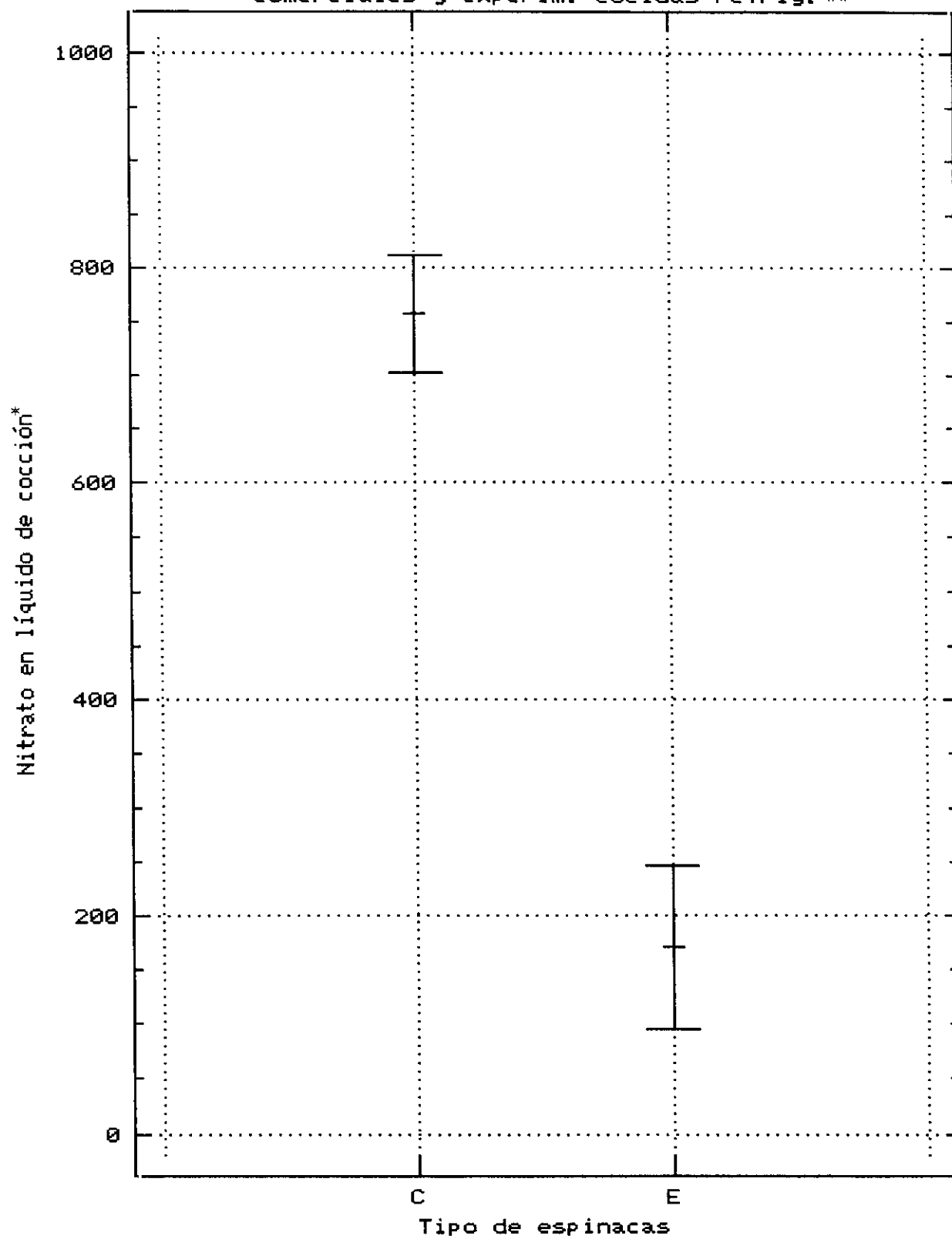
C= Espinacas comerciales.

E= Espinacas experimentales.

* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica nº37. Intervalos al 95%.Espinacas
comerciales y experim. cocidas refrig. **



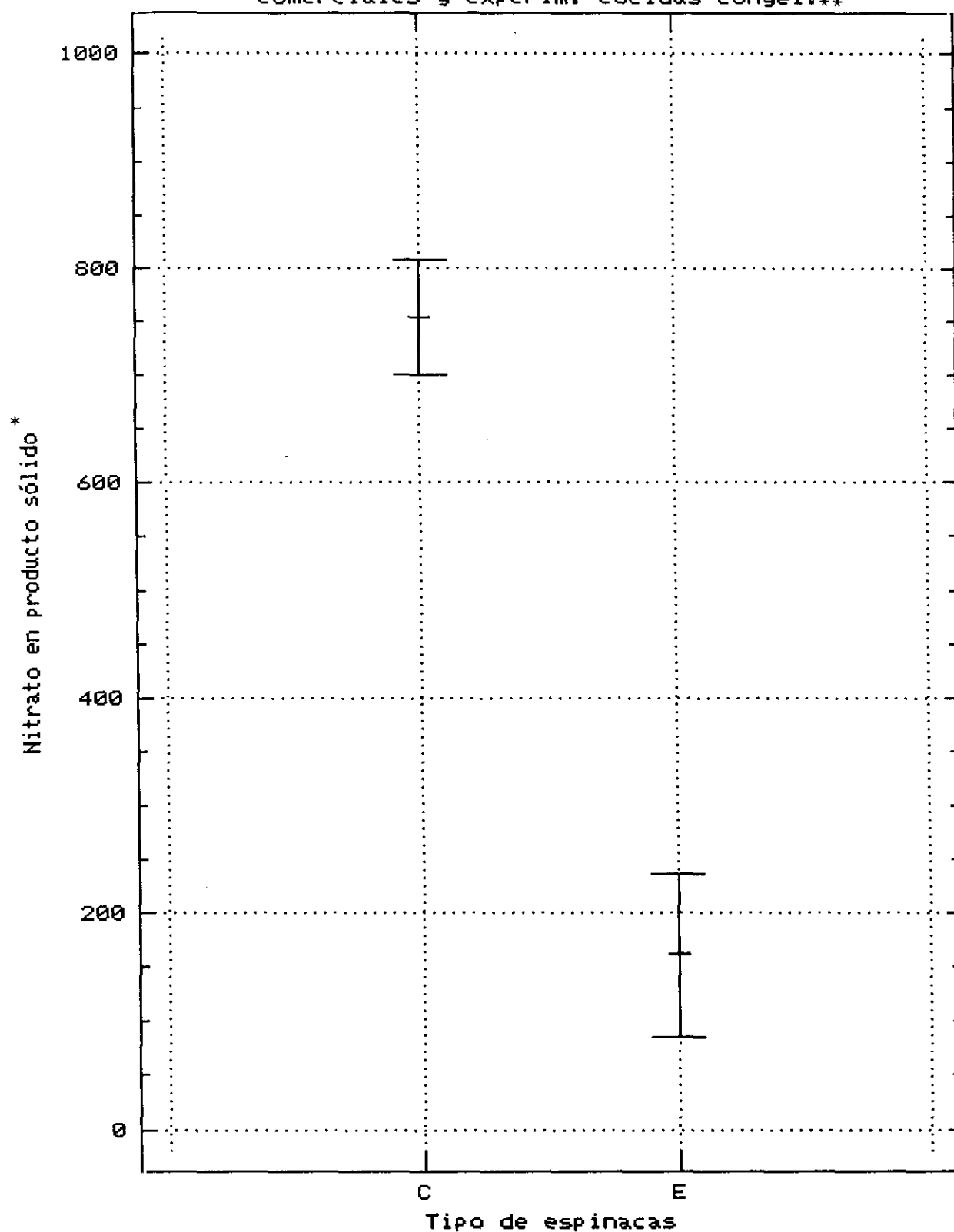
C= Espinacas comerciales.

E= Espinacas experimentales.

* mg KNO₃ cedidos por 1 Kg de muestra cruda /L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica nº 38. Intervalos al 95%. Espinacas comerciales y experim. cocidas congel.**



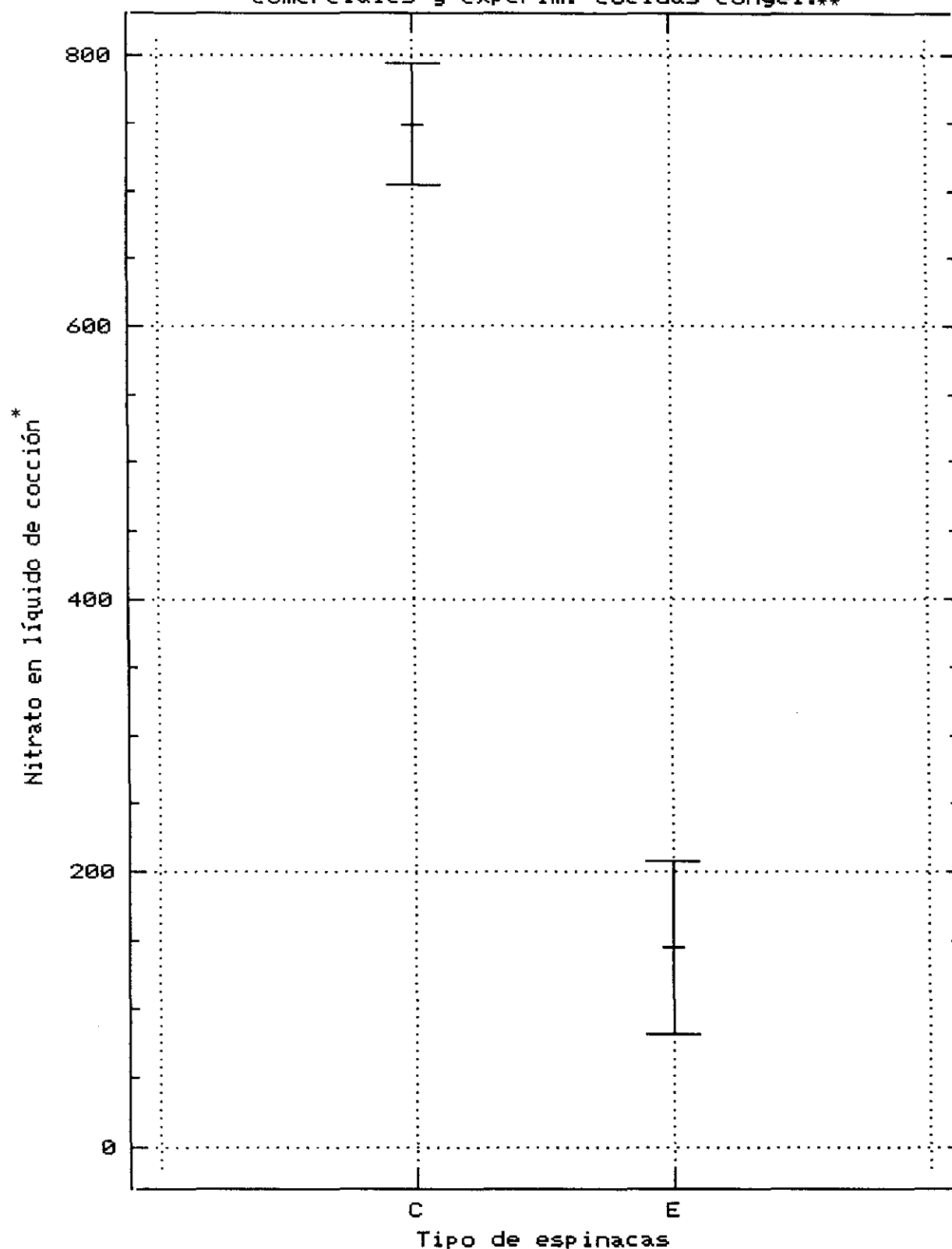
C= Espinacas comerciales.

E= Espinacas experimentales.

* mg KNO₃ en el producto cocido procedentes de 1 Kg de crudo.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

Gráfica.nº39.Intervalos al 95%.Espinacas
comerciales y experim. cocidas congel.**



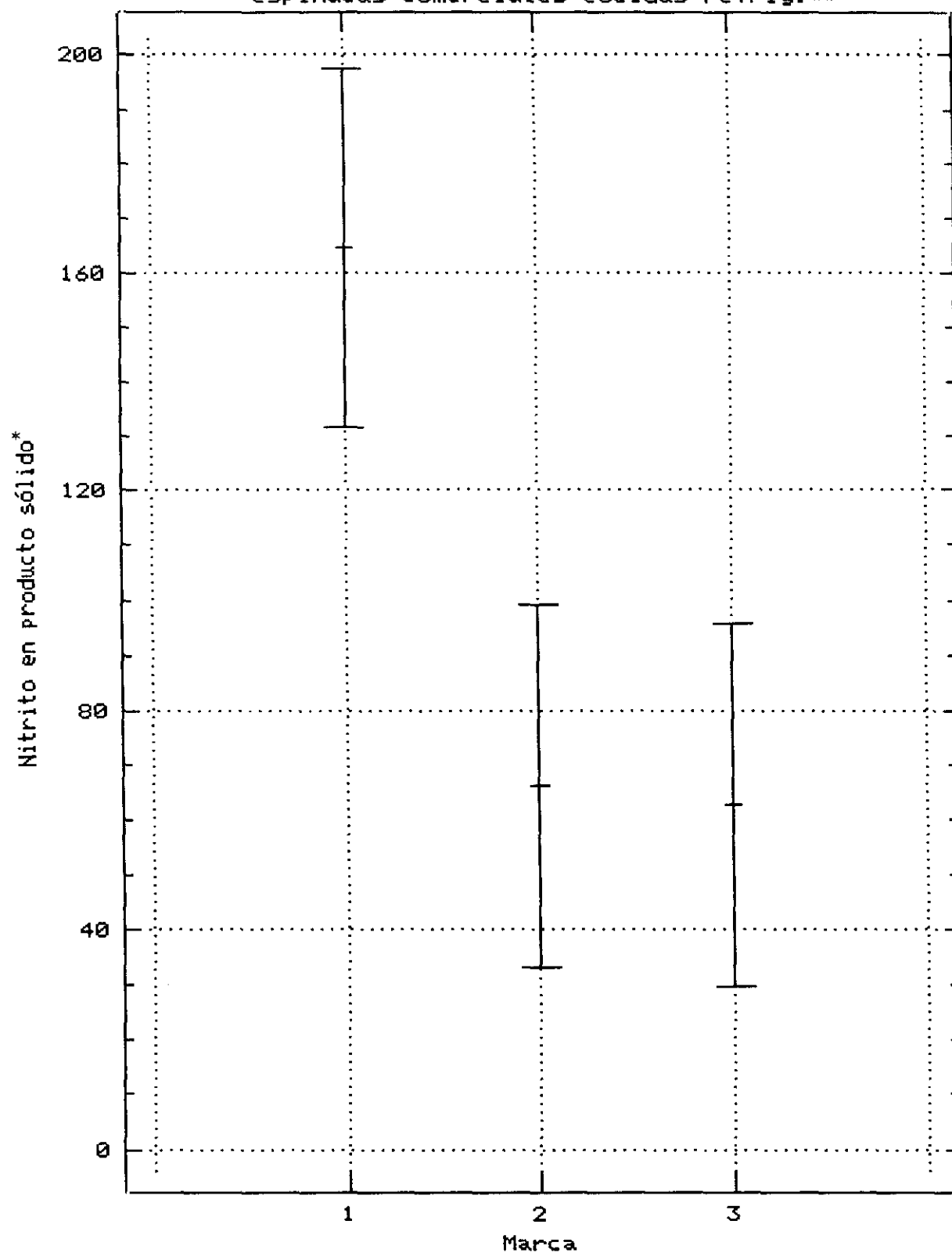
C= Espinacas comerciales.

E= Espinacas experimentales.

* mg KNO₃ cedidos por 1 Kg de muestra cruda /L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrato.

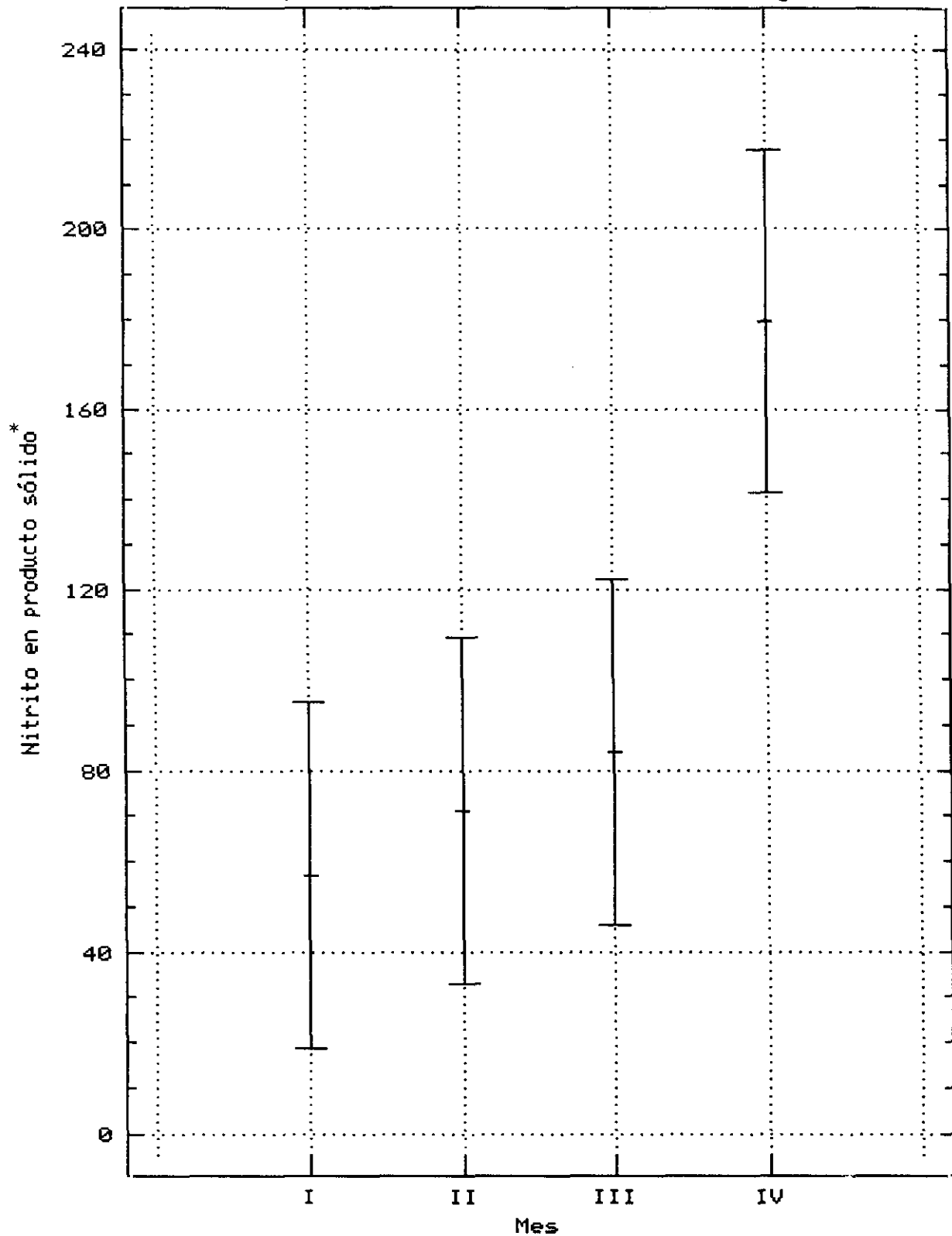
Gráfica nº40. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas refrigeradas.**



* mg NaNO₂ / Kg.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrito.

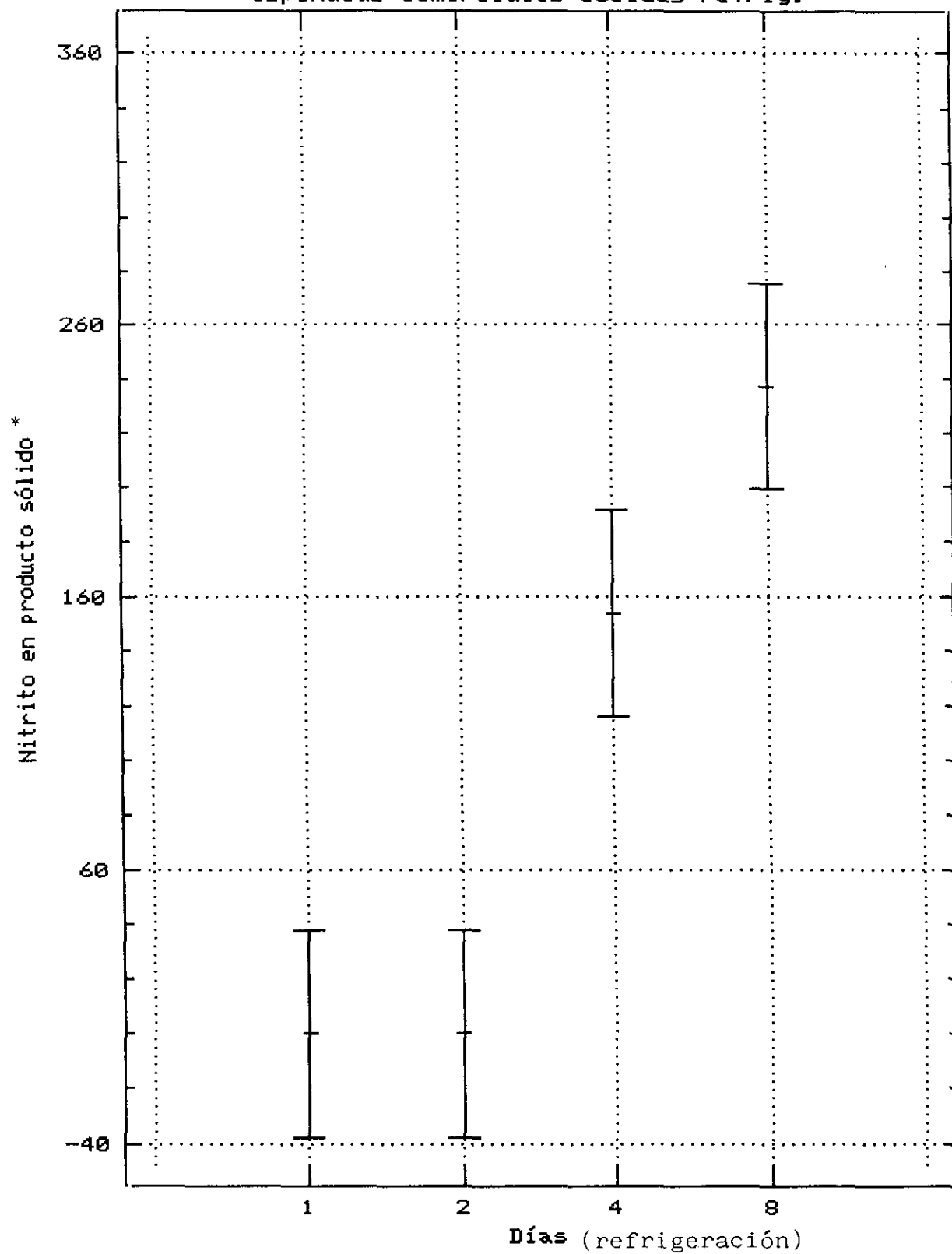
Gráfica nº41. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas refrigeradas**



* mg NaNO₂ / Kg .

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrito.

Gráfica nº42. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas refriger.**

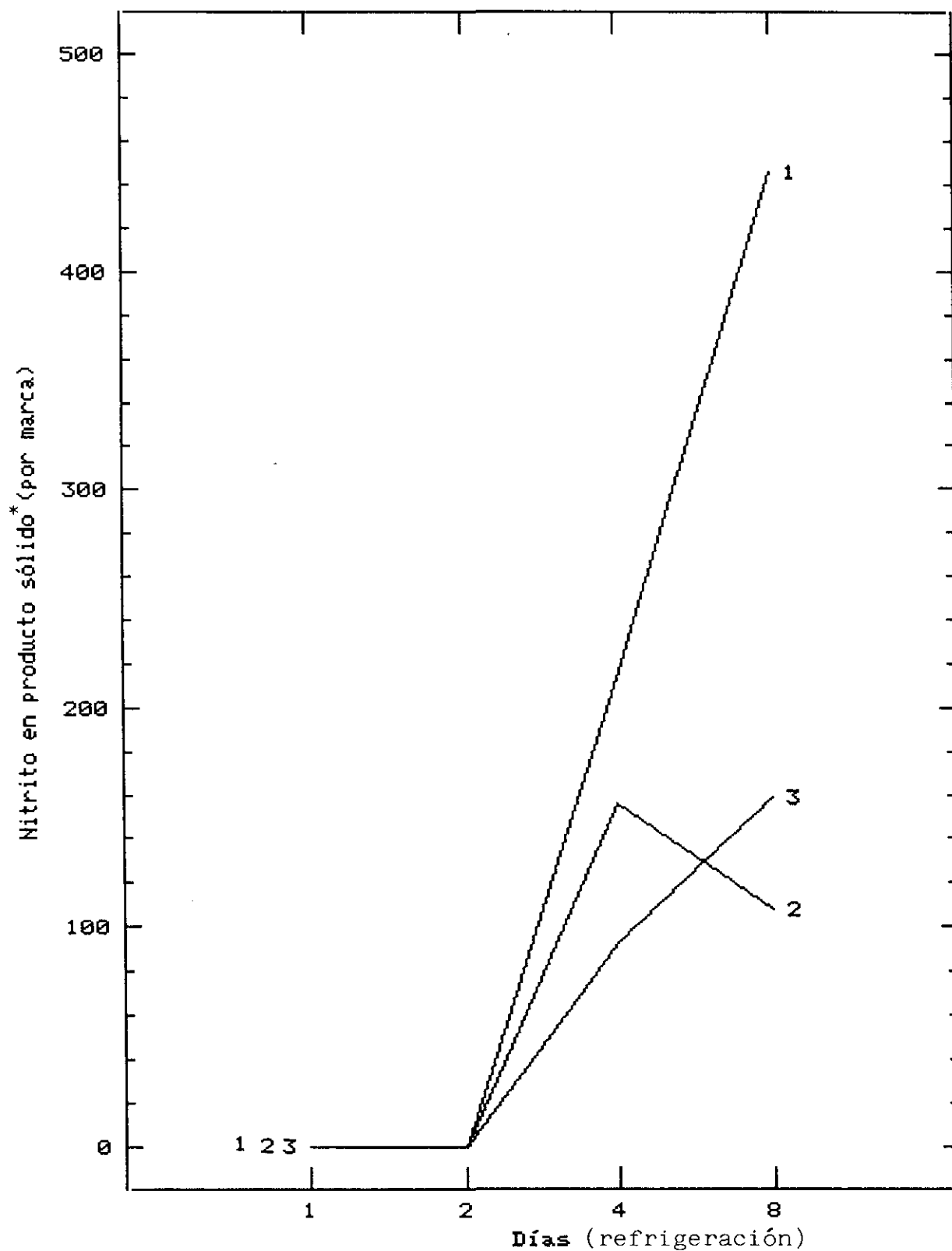


* mg NaNO₂ / Kg.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrito.

Gráfica nº 43.- Espinacas comerciales cocidas refrigeradas.

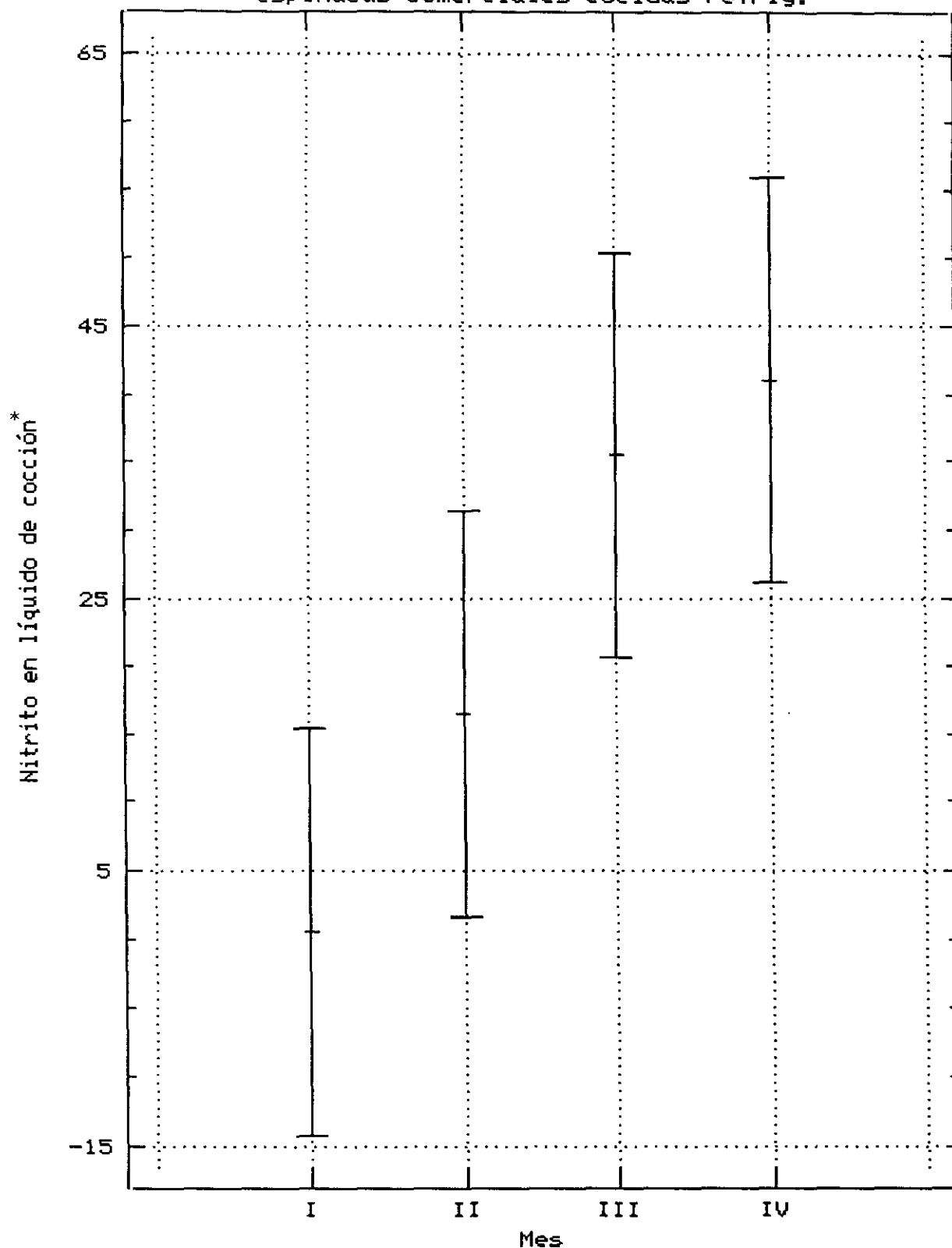
Interacciones entre marcas y días de conservación.**



* mg NaNO₂ / Kg.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrito.

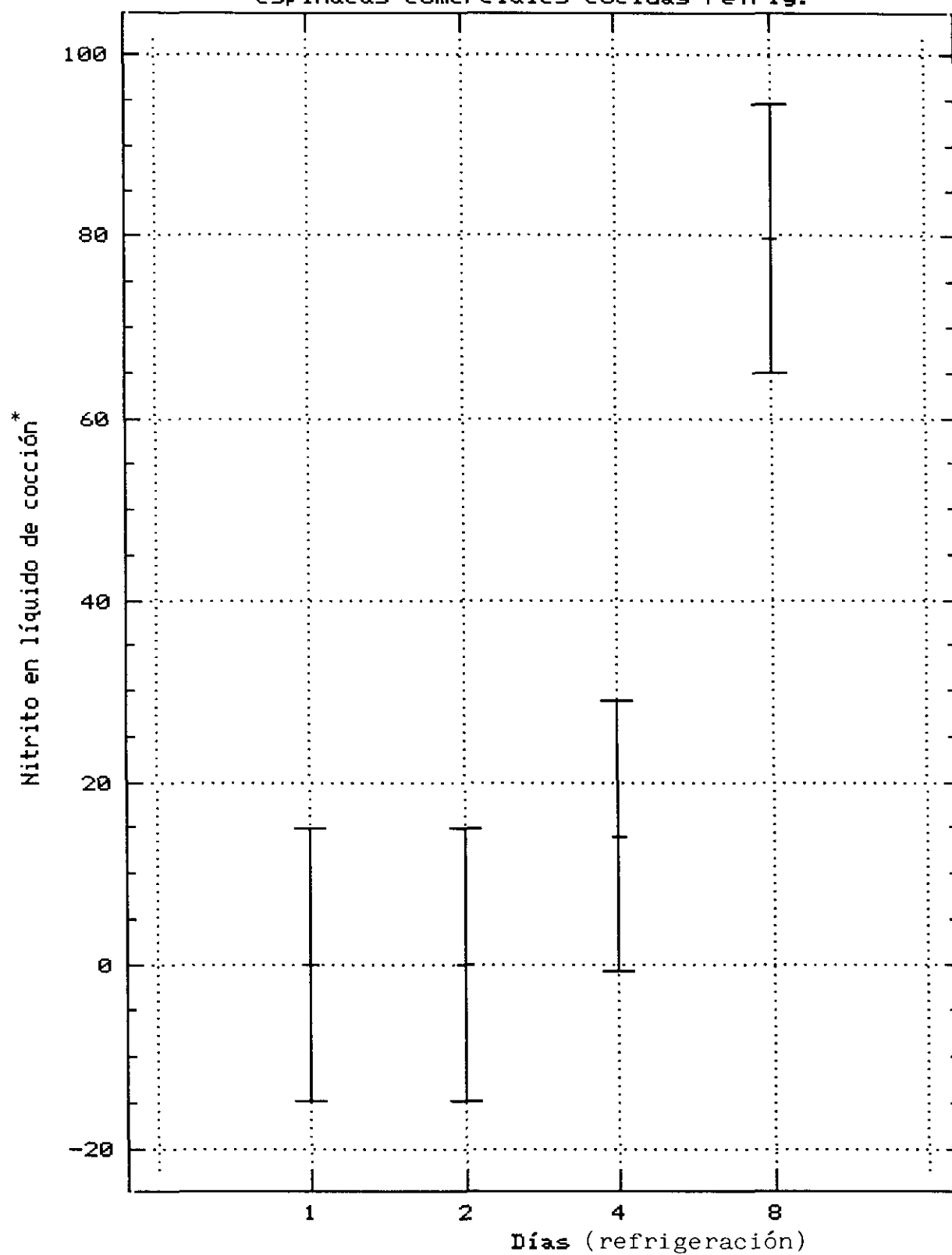
Gráfica nº44. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas refrig.**



* mg NaNO₂/L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrito.

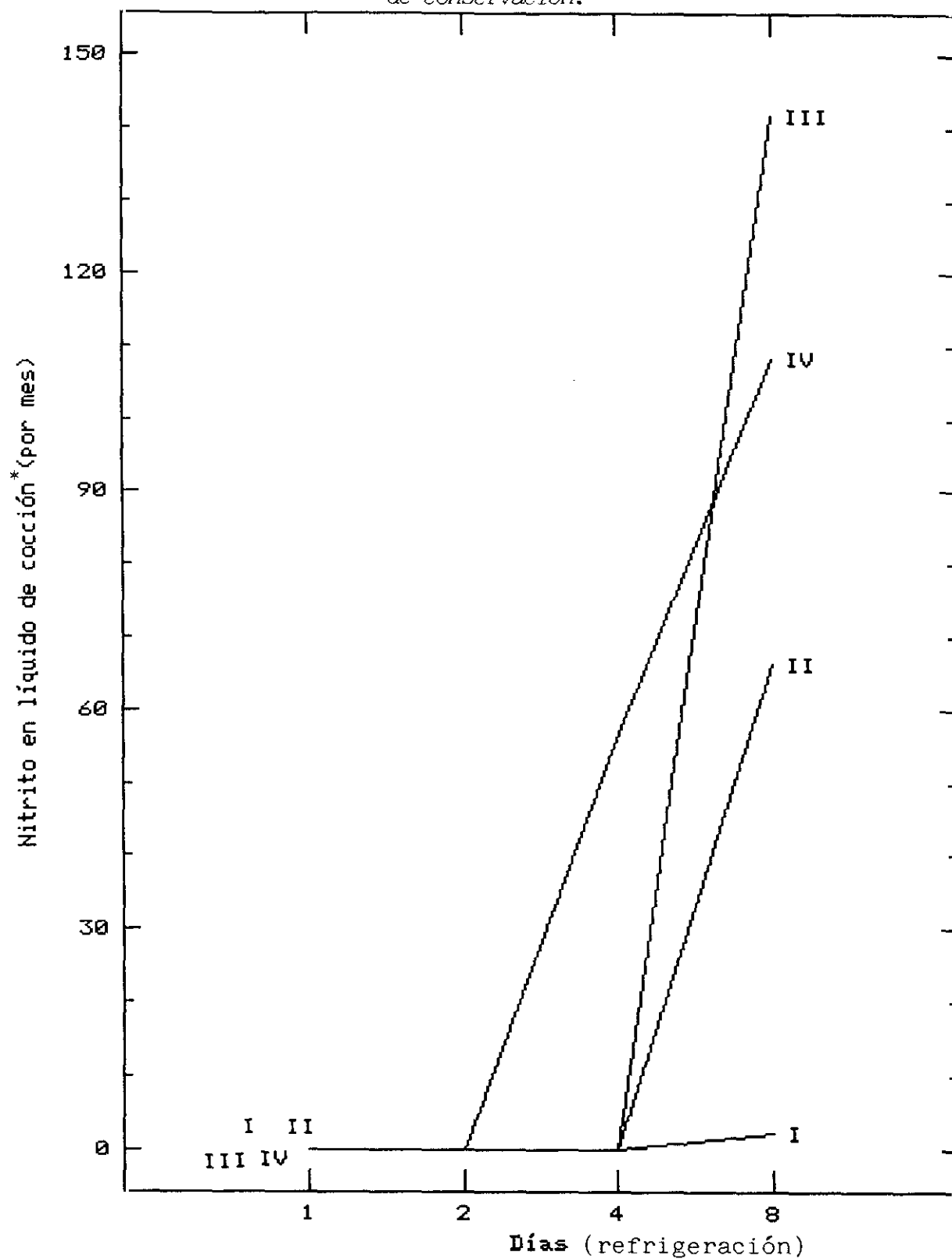
Gráfica nº45. Intervalos al 95% para
espinacas comerciales cocidas refriger.**



* mg NaNO₂/L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrito .

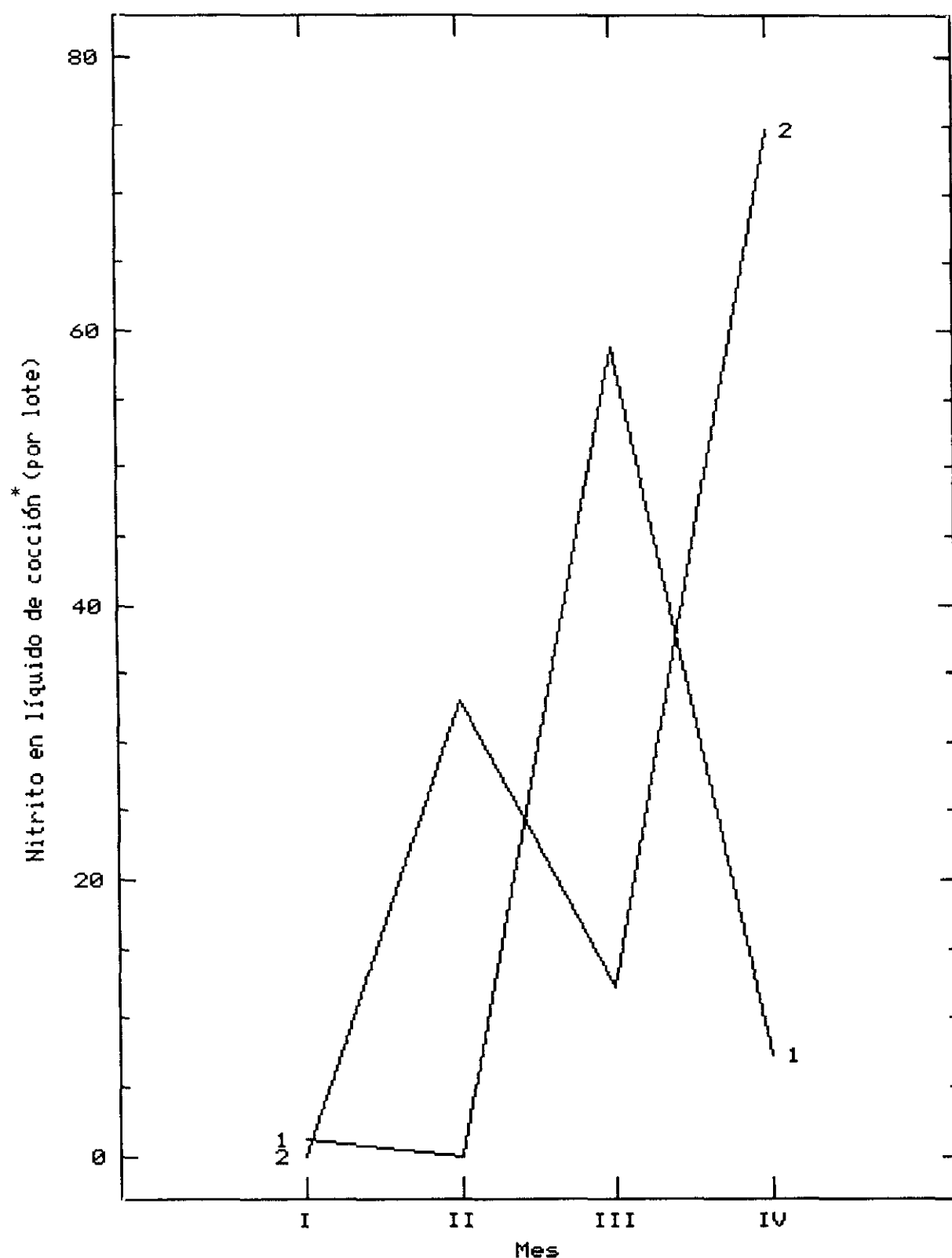
Gráfica nº 46.- Espinacas comerciales cocidas refrigeradas.
Interacciones entre meses de análisis y días
de conservación.**



* mg NaNO₂/L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrito.

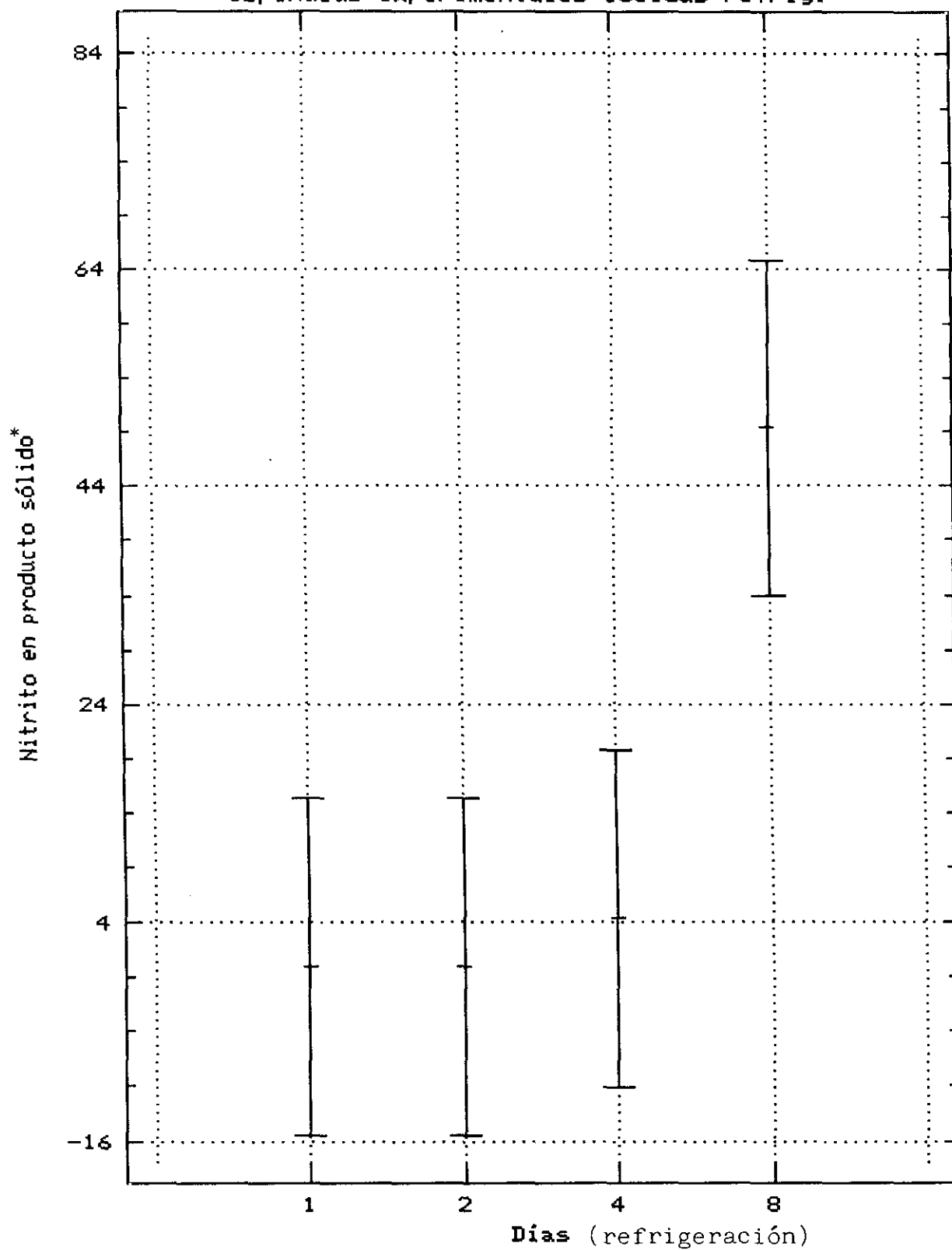
Gráfica nº 47.- Espinacas comerciales cocidas refrigeradas.
Interacciones entre lotes y meses de análisis.**



* mg NaNO₂/L.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrito.

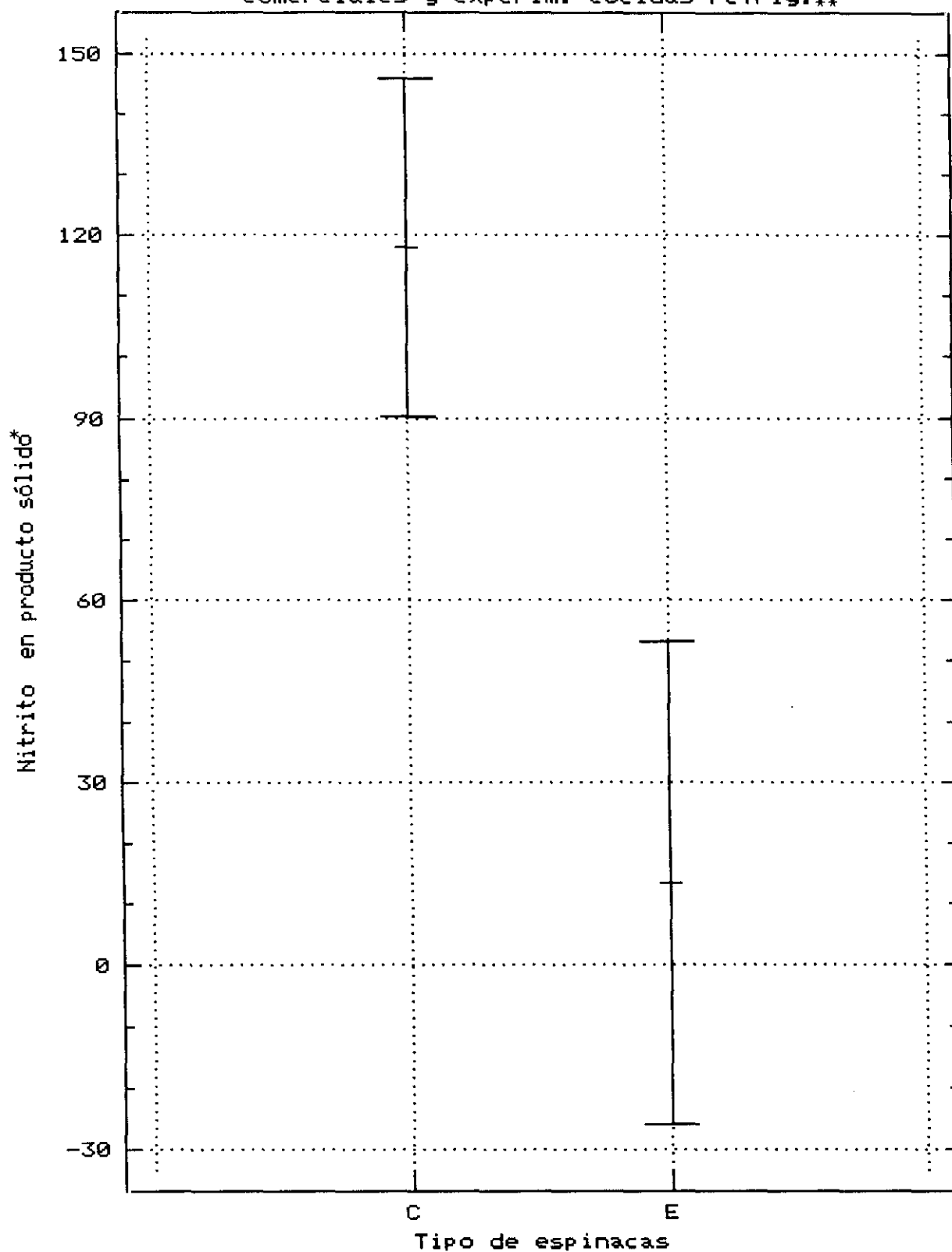
Gráfica nº 48. Intervalos al 95% para
espinacas experimentales cocidas refrig.**



* mg NaNO₂/Kg.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrito.

Gráfica nº49. Intervalos al 95%.Espinacas
comerciales y experim. cocidas refrig.**



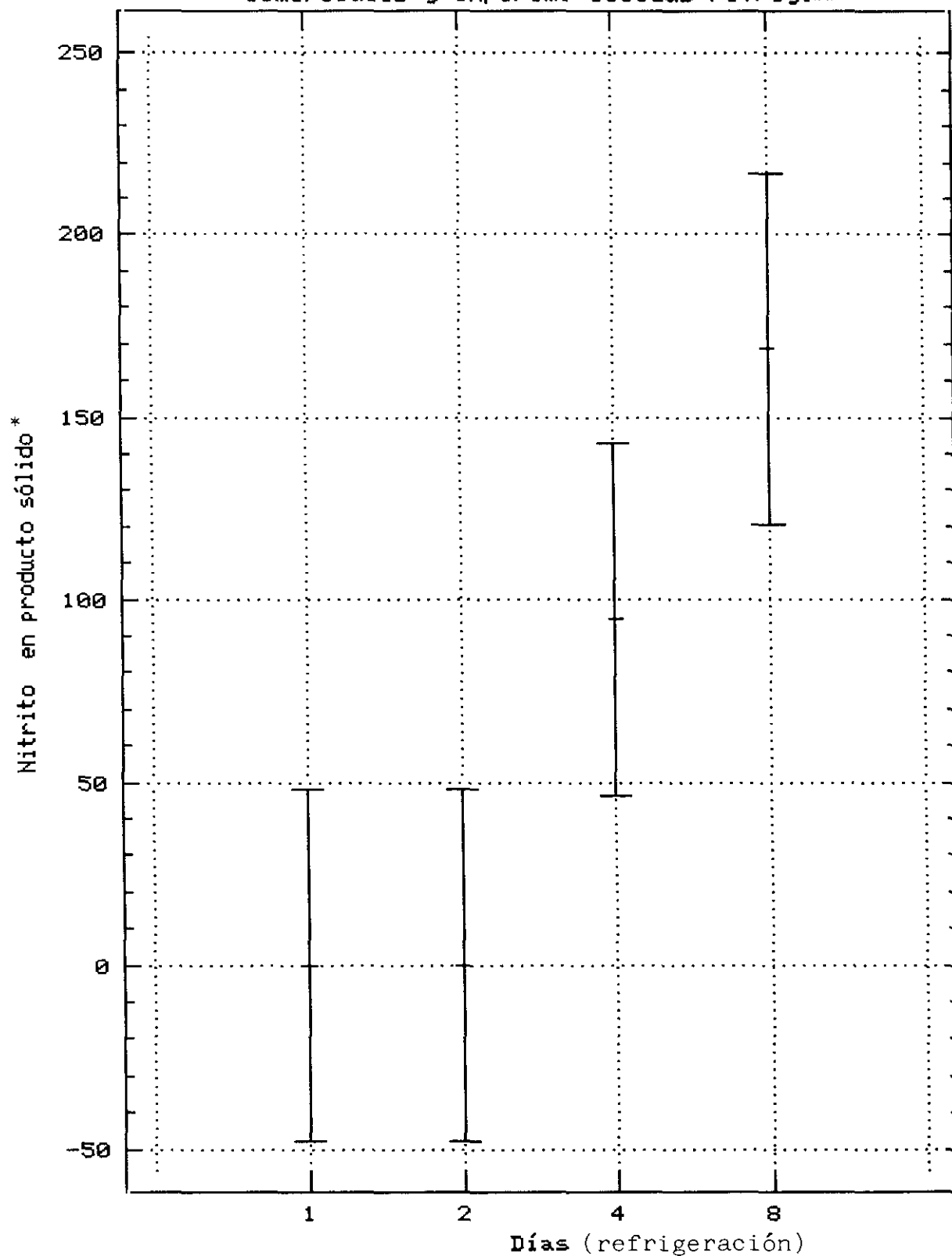
C= Espinacas comerciales.

E= Espinacas experimentales.

* mg NaNO₂ /Kg.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrito.

Gráfica n°50. Intervalos al 95%. Espinacas comerciales y experim. cocidas refrig.**

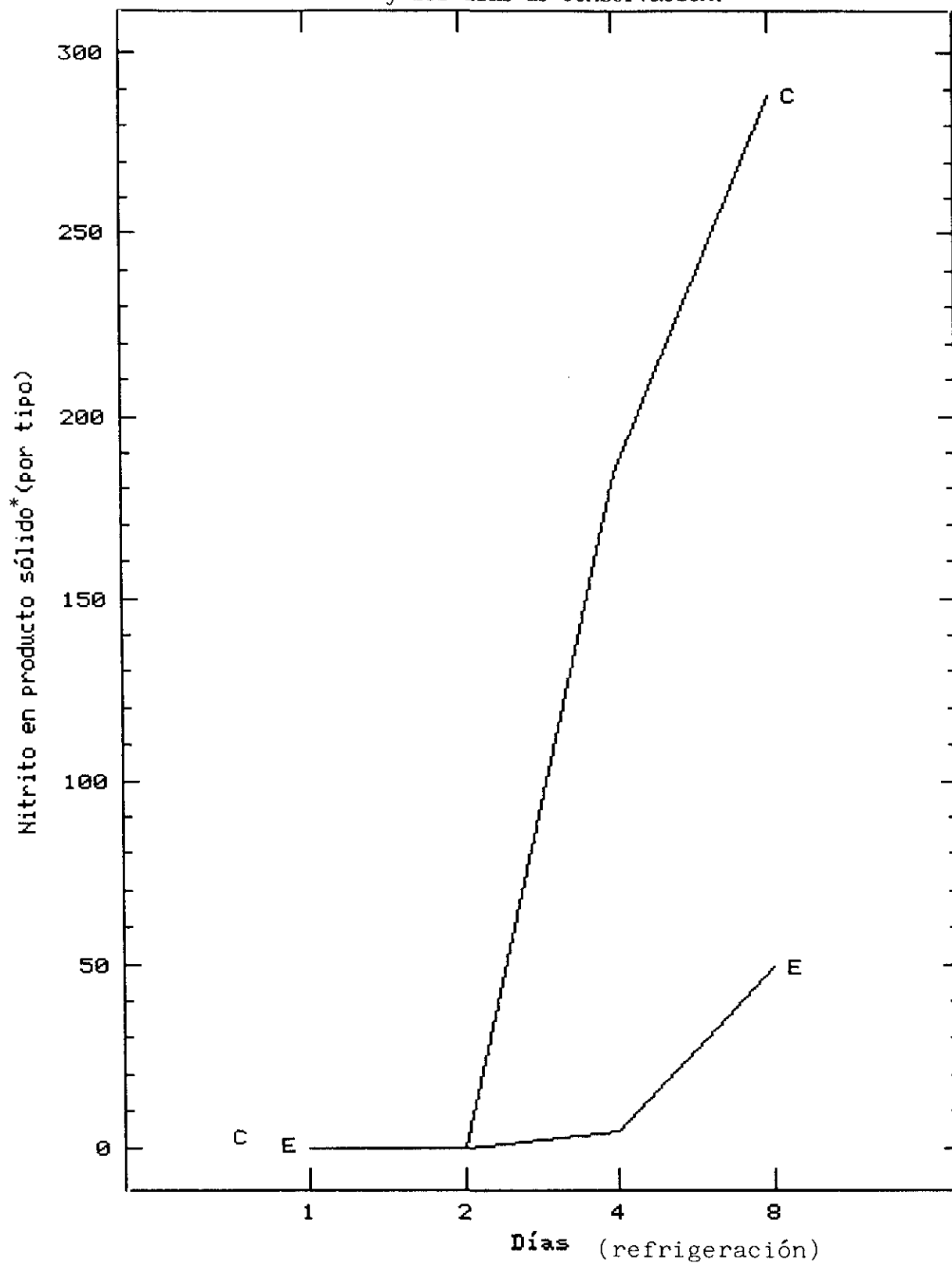


* mg NaNO₂/Kg.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrito.

Gráfica nº 51.- Espinacas comerciales y experimentales,
cocidas refrigeradas.

Interacciones entre el tipo de muestra
y los días de conservación.**



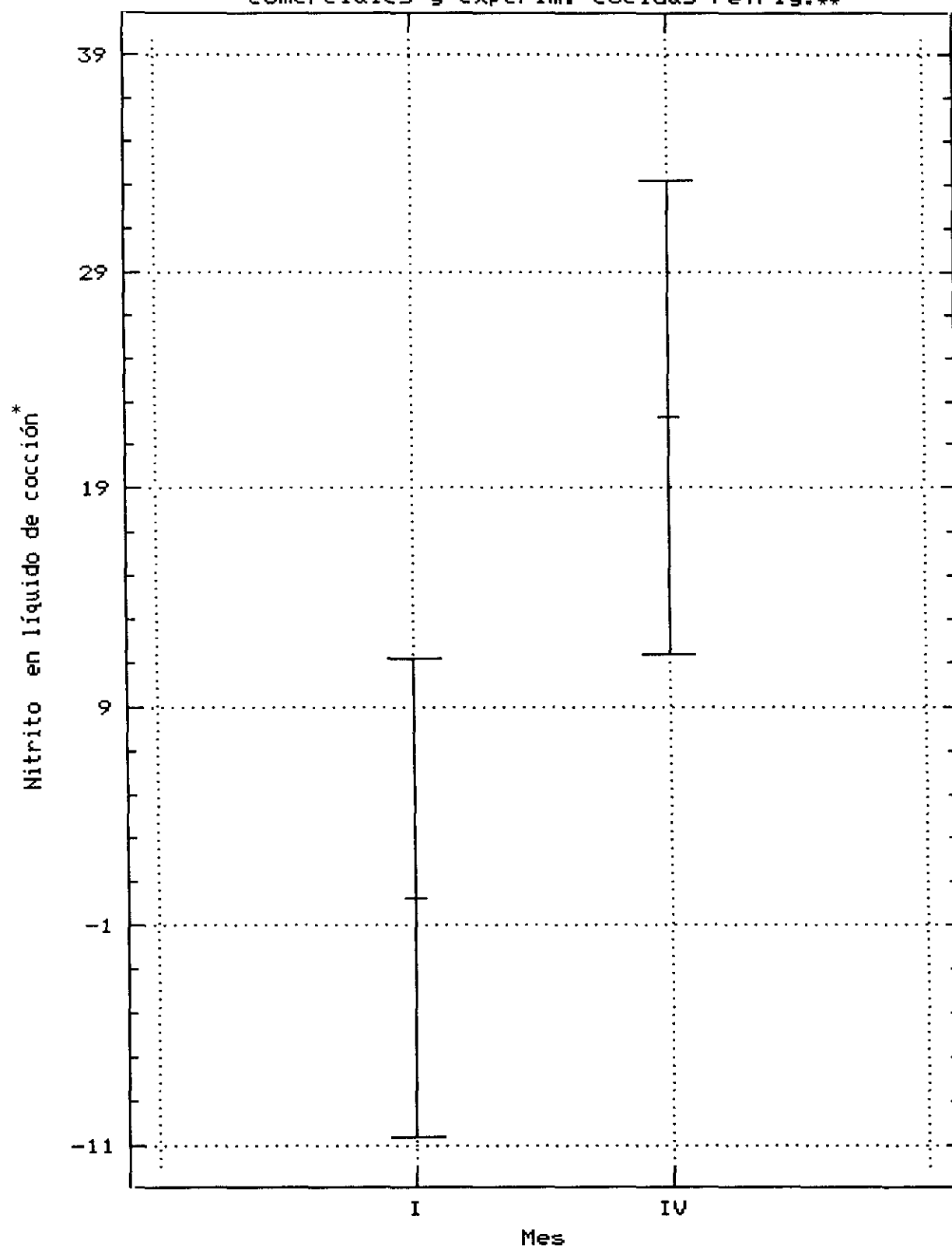
C= Espinacas comerciales.

E= Espinacas experimentales.

* mg NaNO_2 /Kg.

** Análisis de la varianza para el contenido de nitrito.

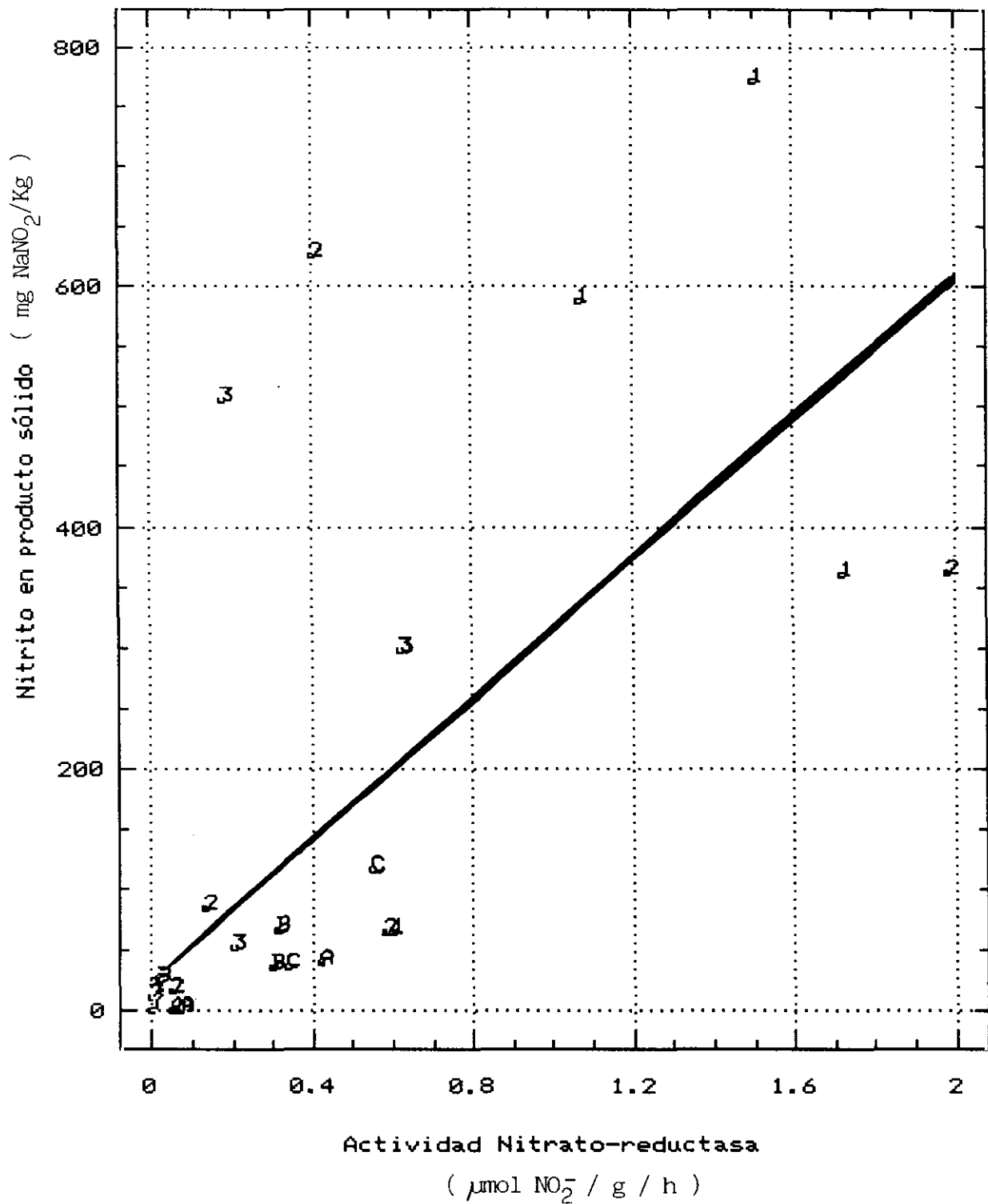
Gráfica nº52. Intervalos al 95%. Espinacas comerciales y experim. cocidas refrig.**



* mg NaNO₂/L.

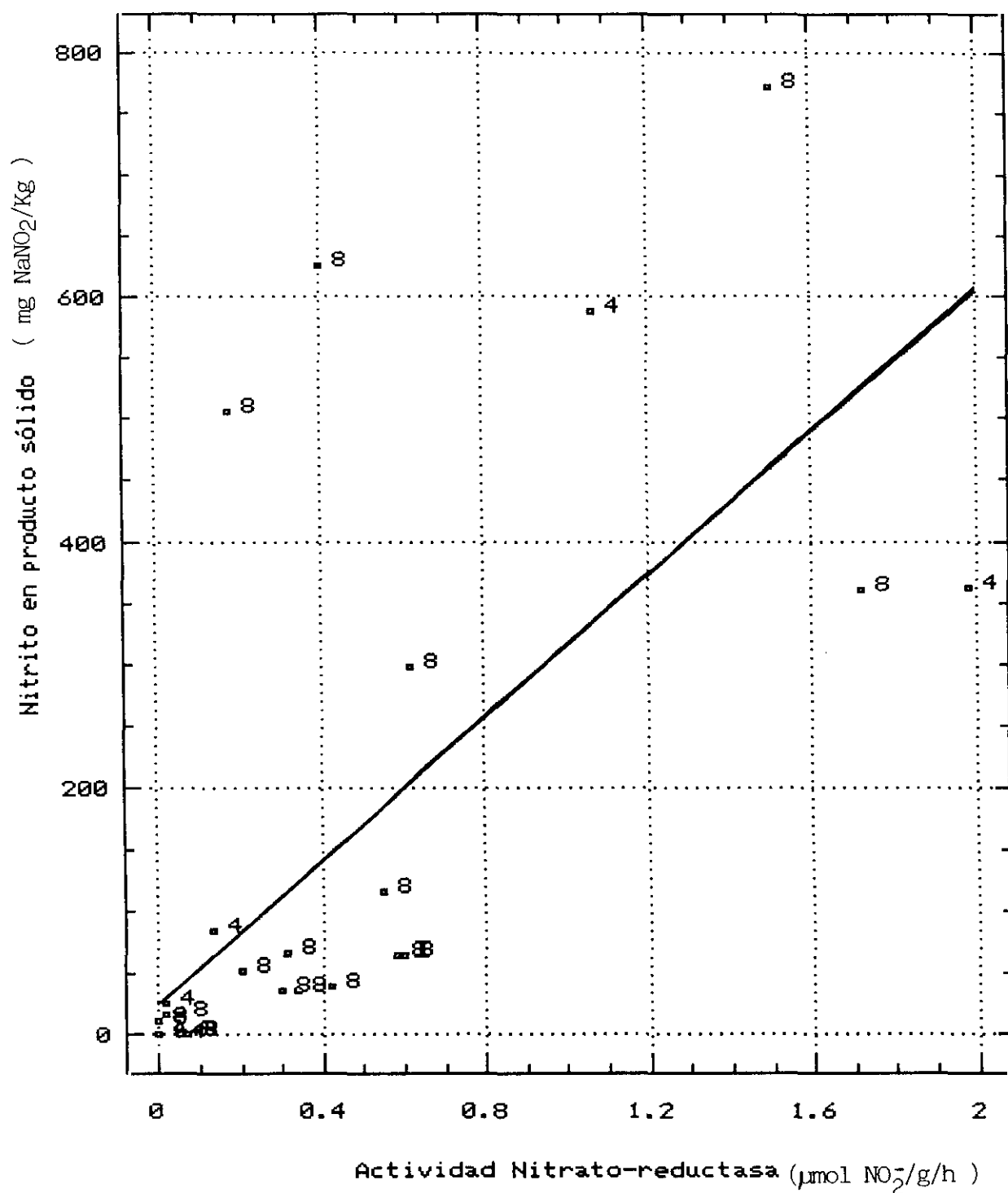
** Análisis de la varianza para el contenido de nitrito.

Gráfica nº53. Recta de regresión para
espinacas comerc.(1,2,3) y exper.(A,B,C)



Coeficiente de correlación de la recta (r) : 0,706651.

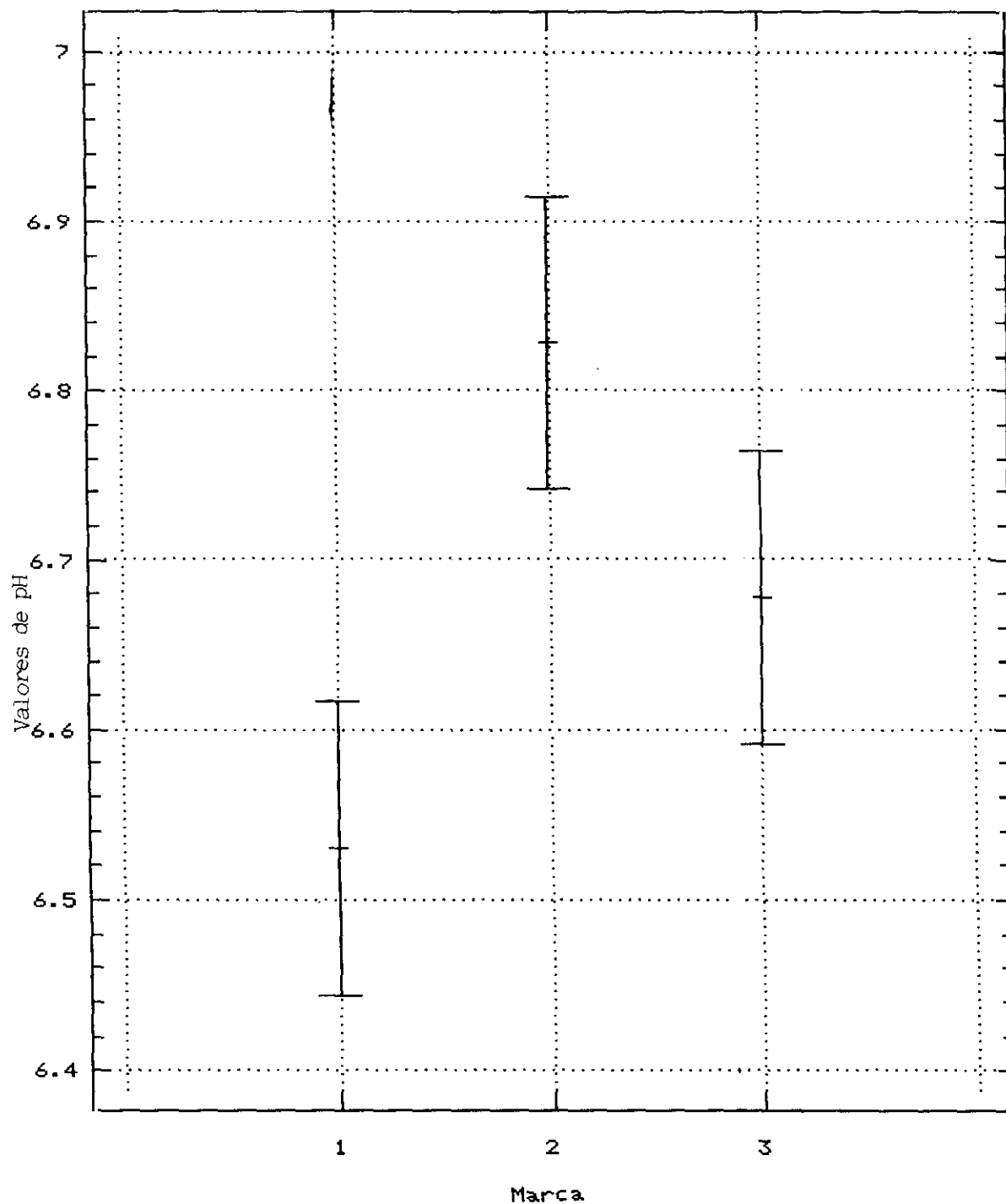
Gráfica nº54. Recta de regresión para
espinacas comerc.y exper.por días refrig.



Días de refrigeración = 4 y 8 en conservación desde la cocción.

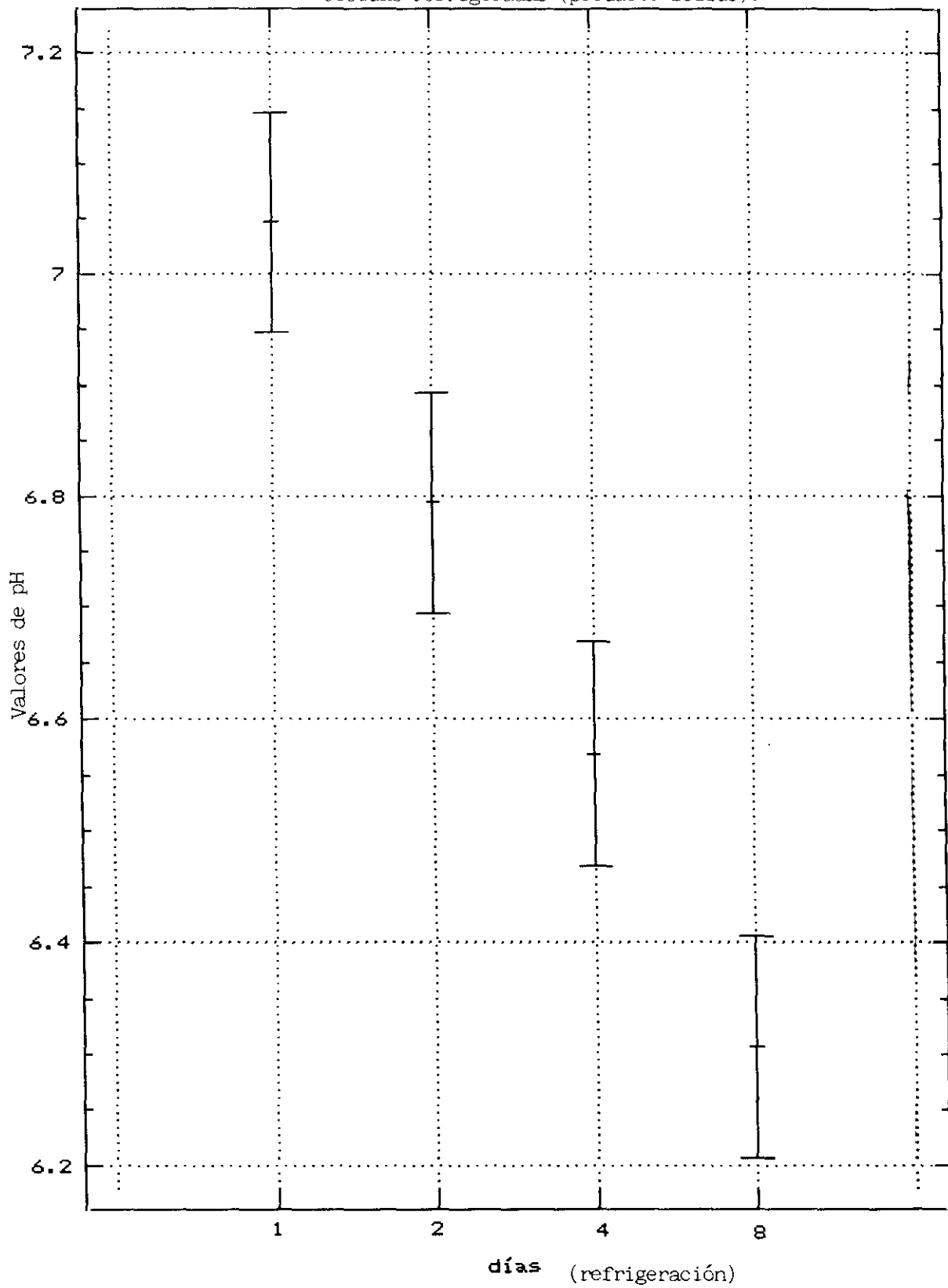
Coeficiente de correlación de la recta : 0,706651.

Gráfica nº 55.- Intervalos al 95% para espinacas comerciales
cocidas refrigeradas (producto sólido).*



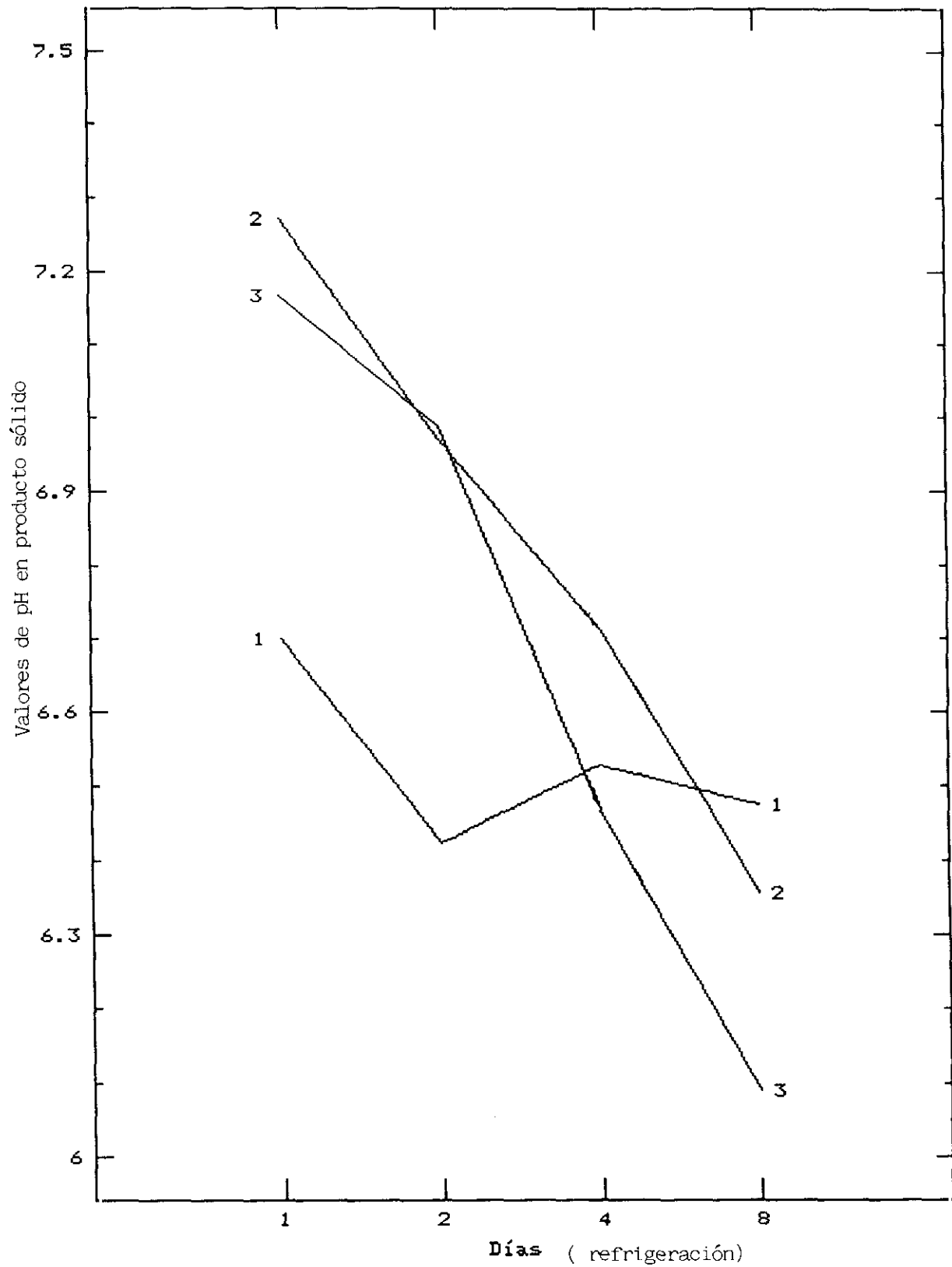
* Análisis de la varianza para los valores de pH.

Gráfica nº 56.- Intervalos al 95% para espinacas comerciales
cocidas refrigeradas (producto sólido).*



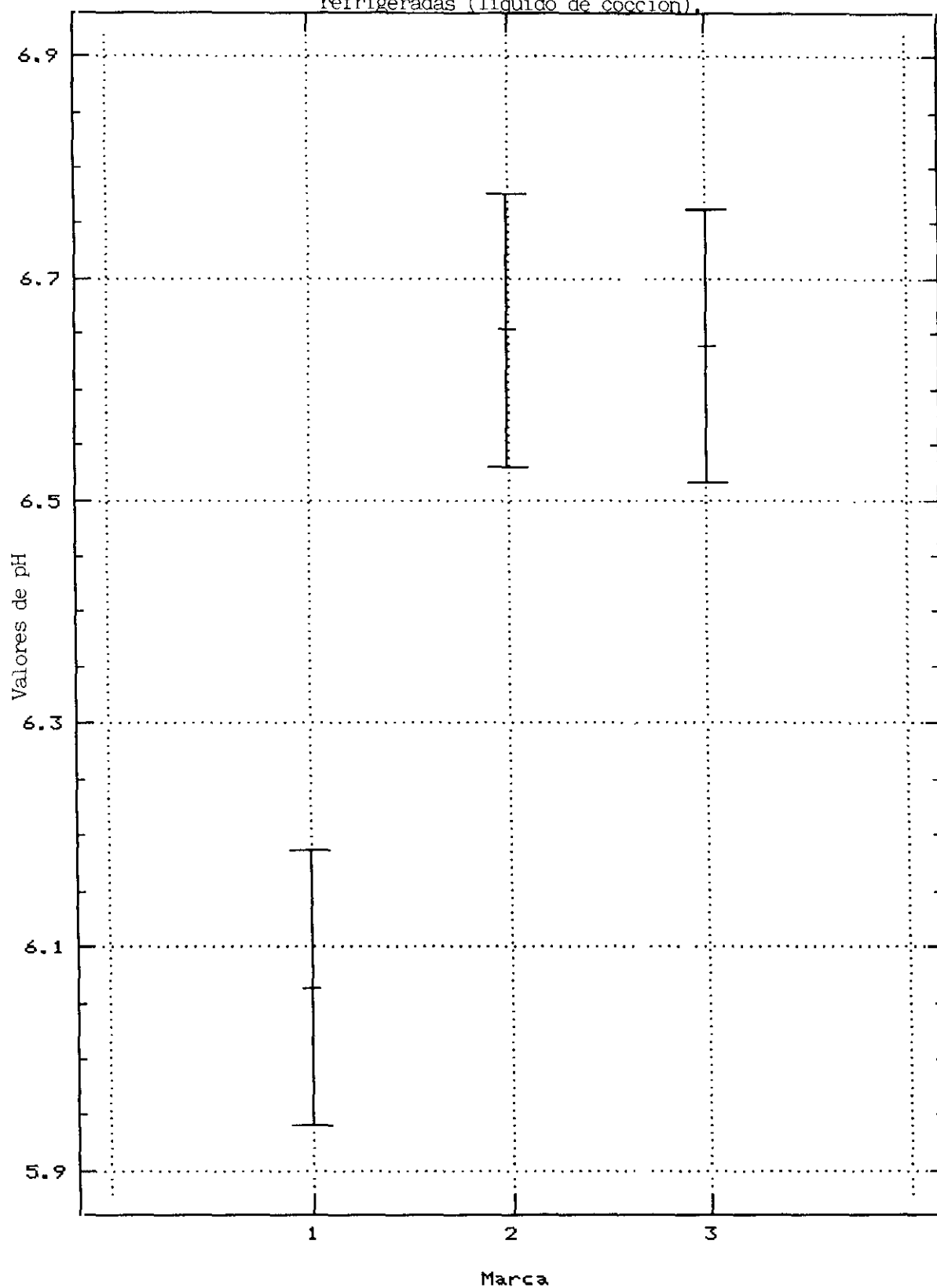
* Análisis de la varianza para los valores de pH.

Gráfica nº 57.- Espinacas comerciales cocidas refrigeradas,
Interacciones entre marcas y días de conservación*



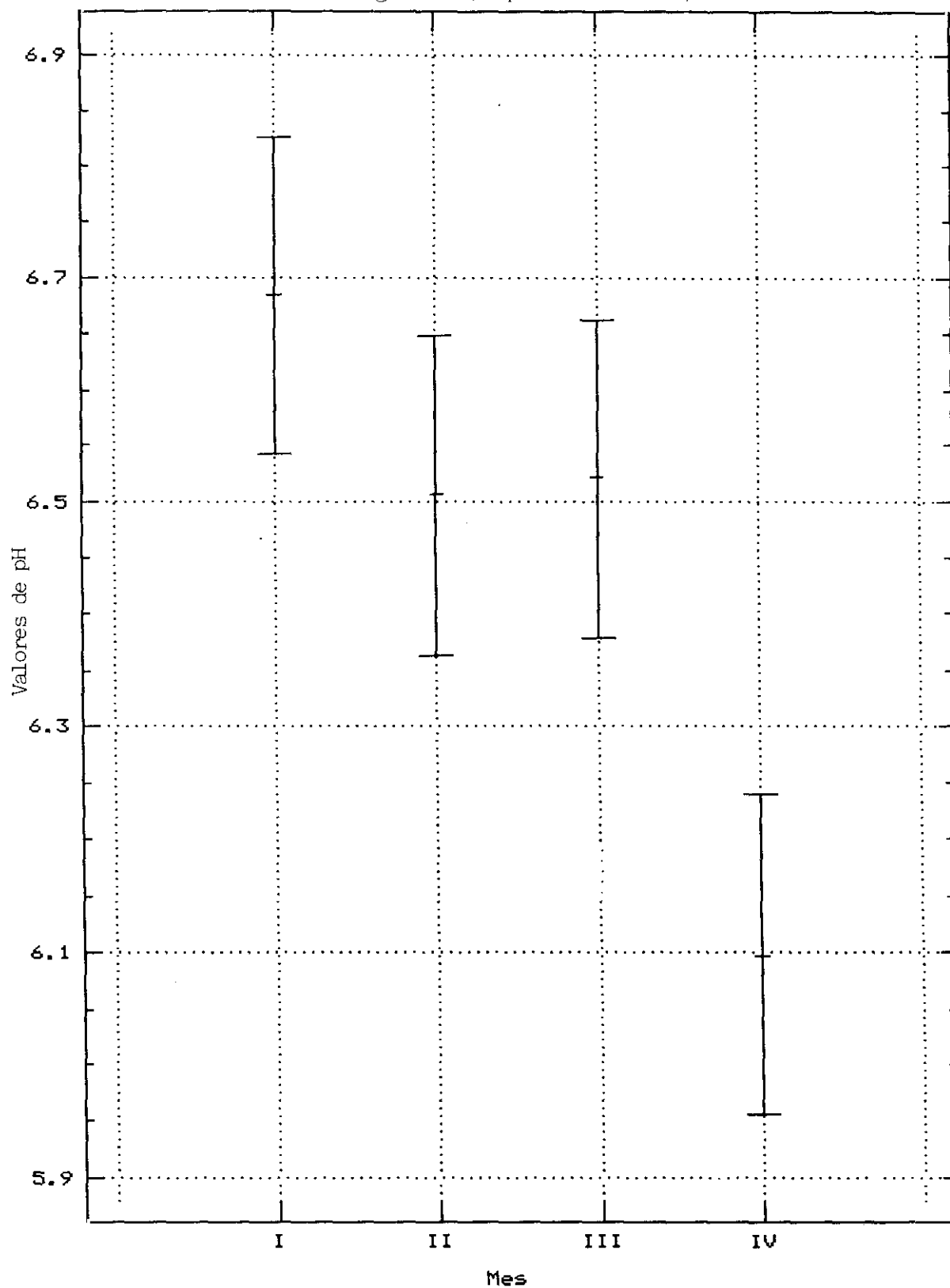
* Análisis de la varianza para los valores de pH.

Gráfica nº 58.- Intervalos al 95% para espinacas comerciales cocidas refrigeradas (líquido de cocción)*.



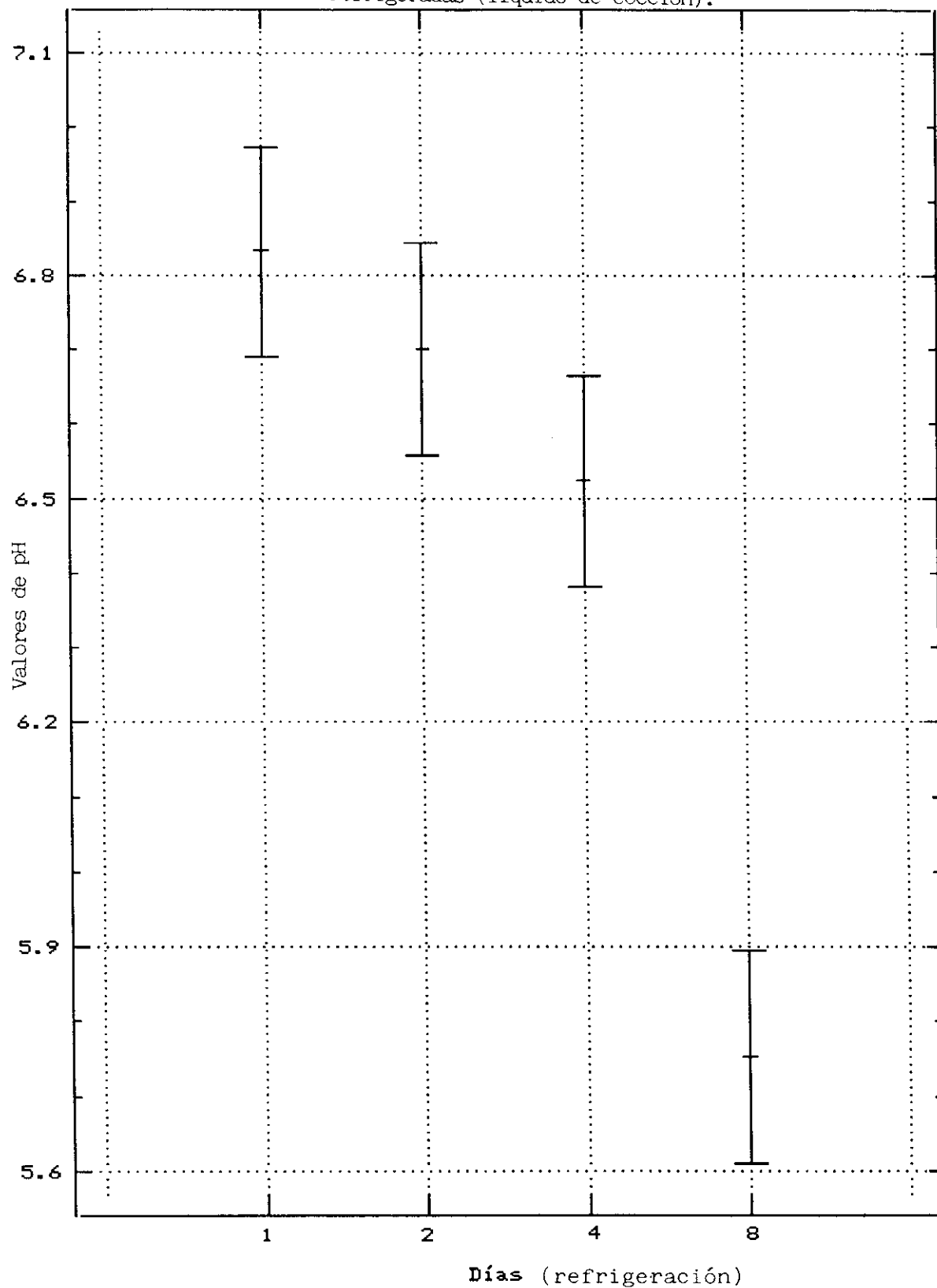
* Análisis de la varianza para los valores de pH.

Gráfica nº 59.- Intervalos al 95% para espinacas comerciales cocidas refrigeradas (líquido de cocción)*.



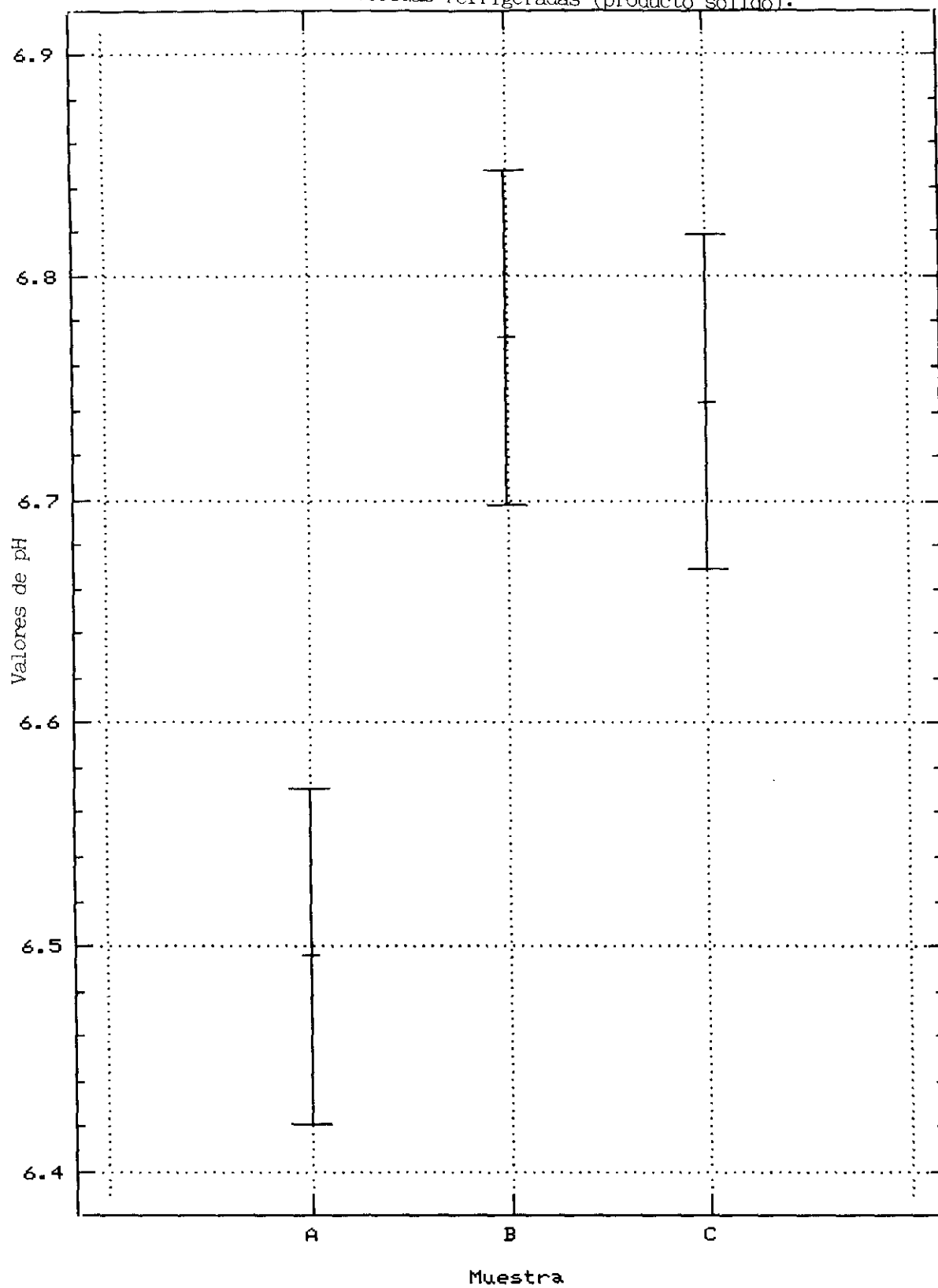
* Análisis de la varianza para los valores de pH.

Gráfica nº 60.- Intervalos al 95% para espinacas comerciales cocidas refrigeradas (líquido de cocción)*.



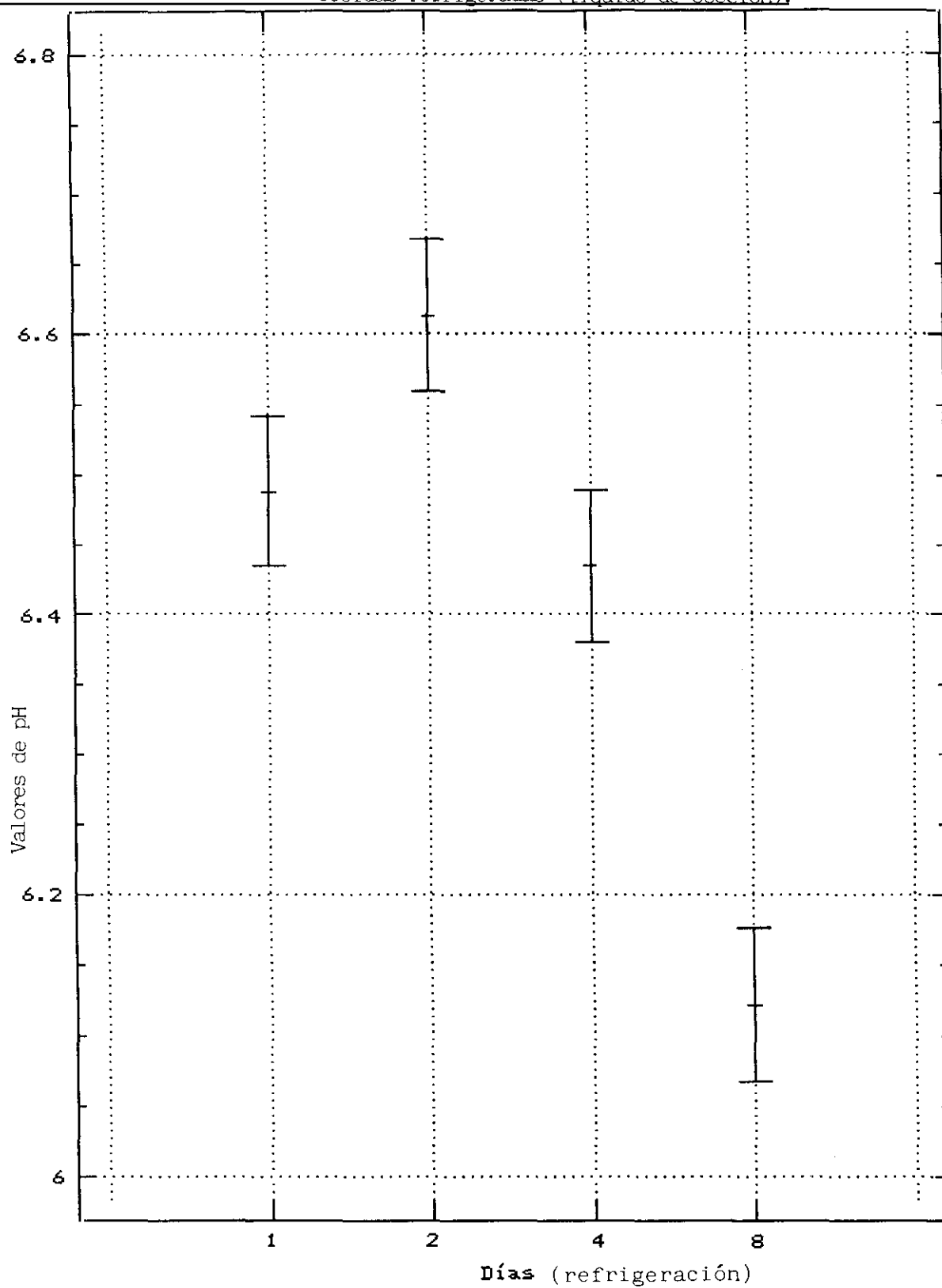
* Análisis de la varianza para los valores de pH.

Gráfica nº 61.- Intervalos al 95% para espinacas experimentales
cocidas refrigeradas (producto sólido)*.



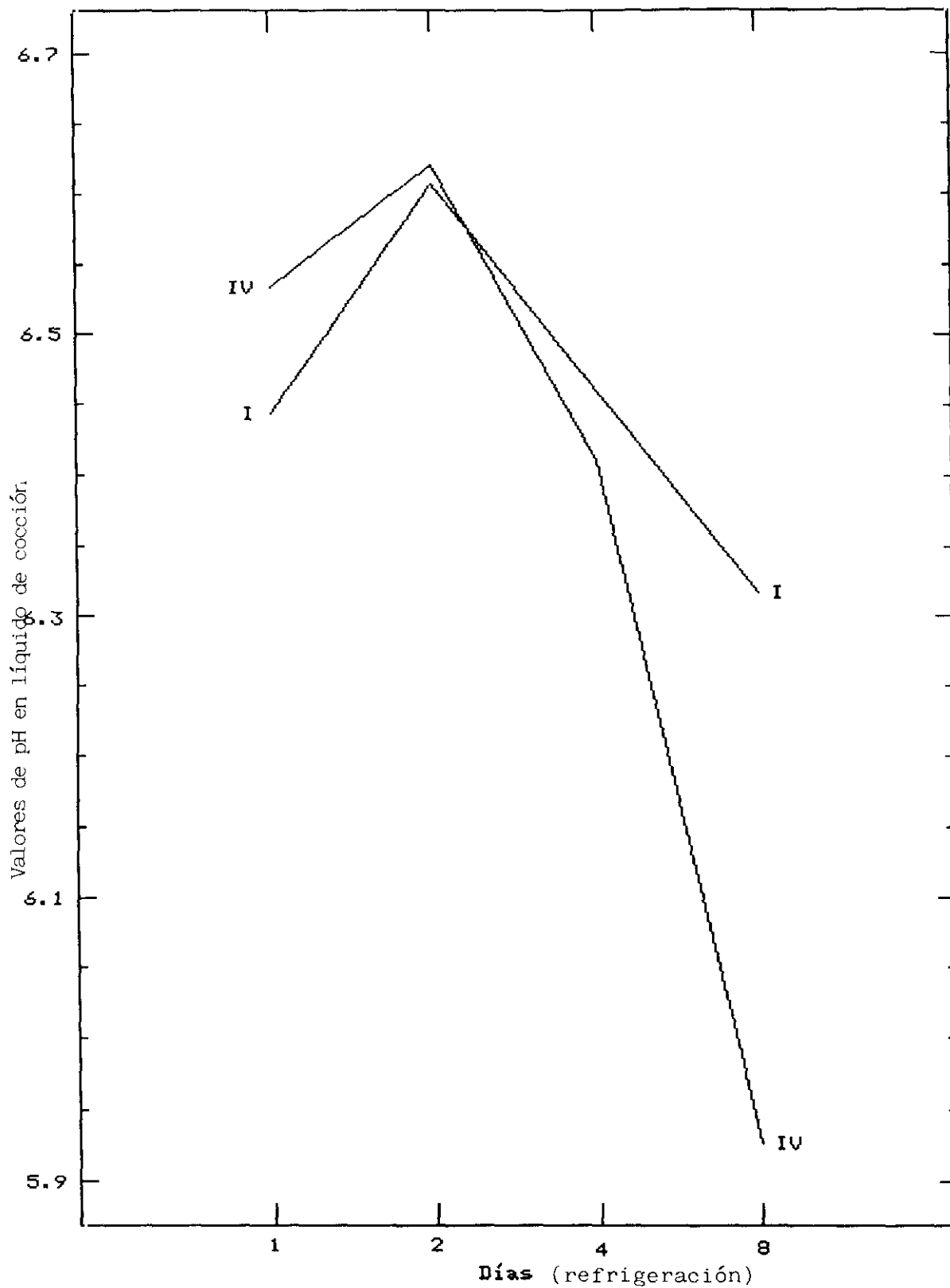
* Análisis de la varianza para los valores de pH.

Gráfica nº 62.- Intervalos al 95% para espinacas experimentales
cocidas refrigeradas (líquido de cocción)*.



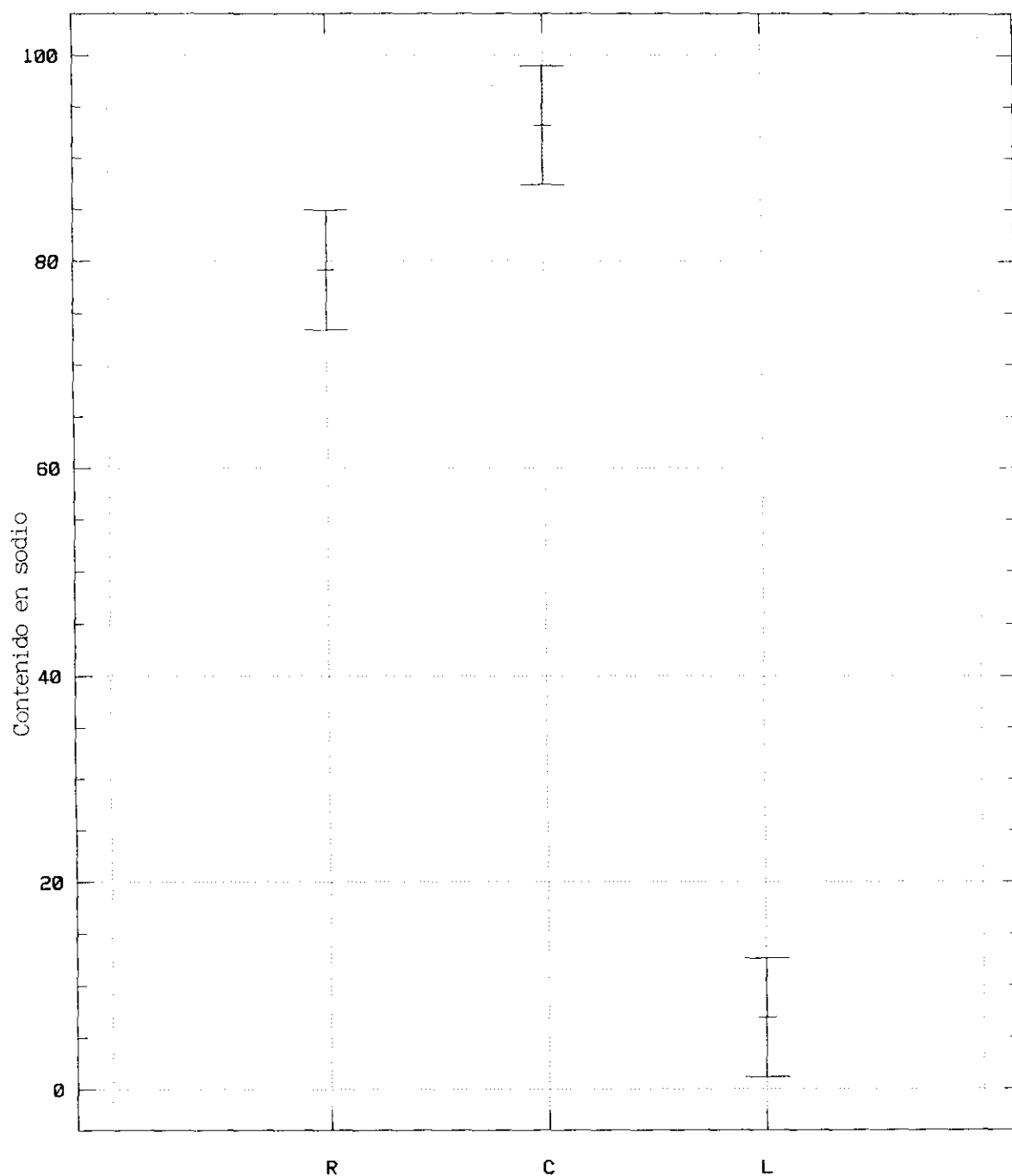
* Análisis de la varianza para los valores de pH.

Gráfica nº 63.- Espinacas experimentales cocidas refrigeradas.
Interacciones entre meses y días de conservación*.



* Análisis de la varianza para los valores de pH.

Gráfica nº 64.- Intervalos al 95% para espinacas comerciales.*



R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

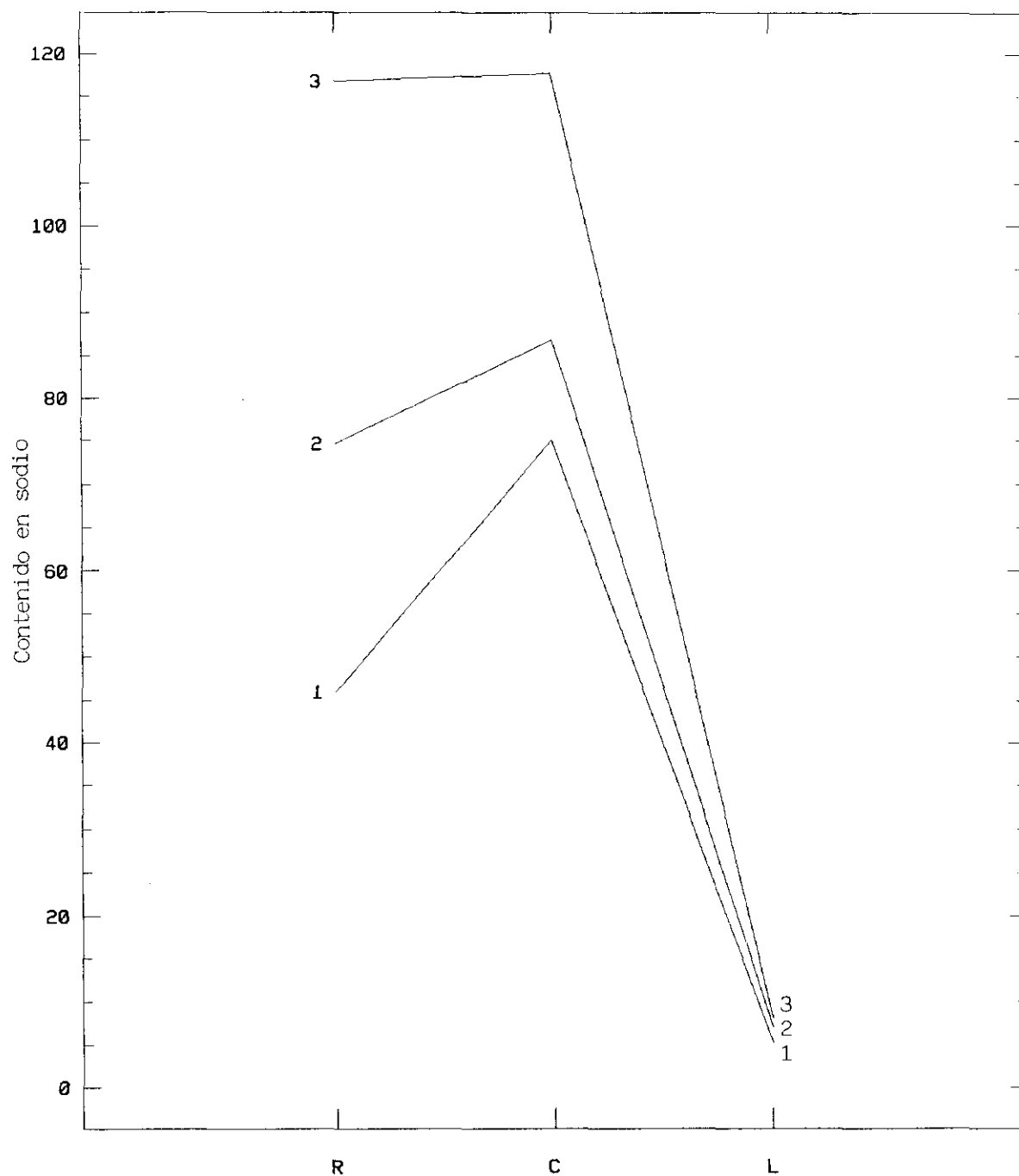
C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100g de crudo+5g NaCl).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo+5g NaCl).

* Análisis de la varianza para el contenido en sodio.

Gráfica nº 65.- Espinacas comerciales.

Interacciones entre las distintas marcas y
el estado de la muestra*.



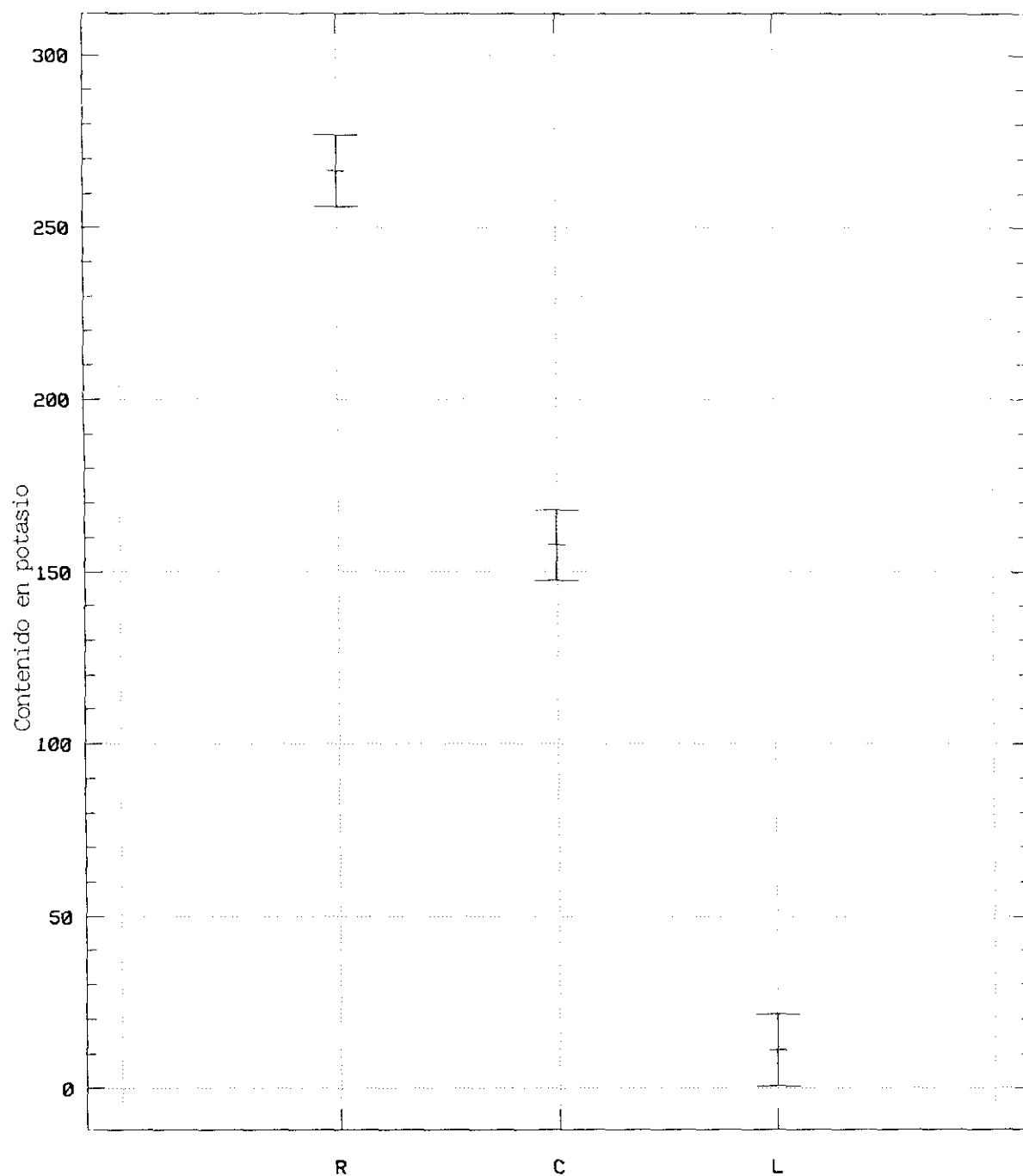
R = Producto crudo. (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100g de crudo+5g NaCl).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo+5g NaCl).

* Análisis de la varianza para el contenido en sodio.

Gráfica nº 66.- Intervalos al 95% para espinacas comerciales.*



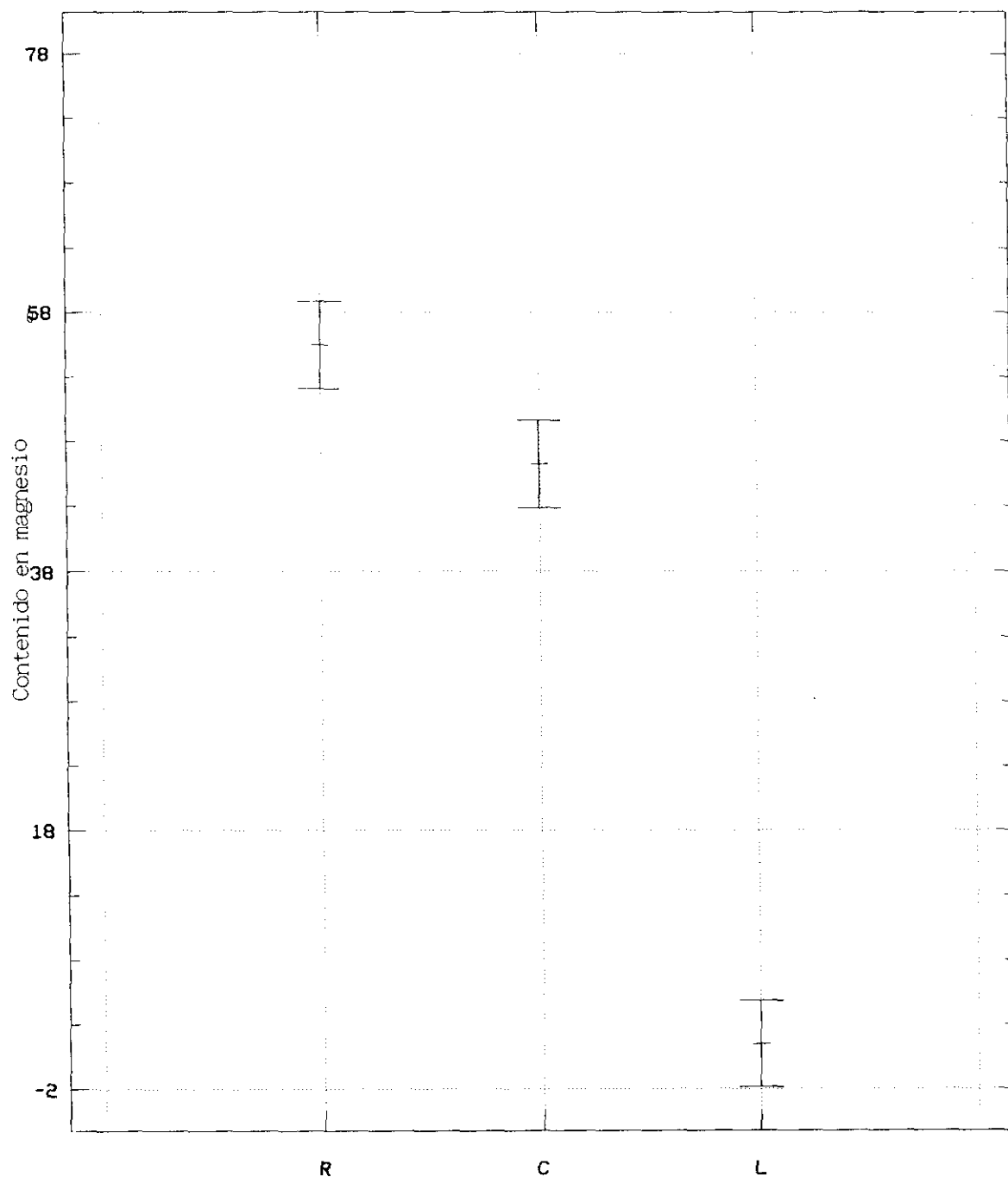
R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100g de crudo).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo).

* Análisis de la varianza para el contenido en potasio.

Gráfica nº 67.- Intervalos al 95% para espinacas comerciales.*



R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

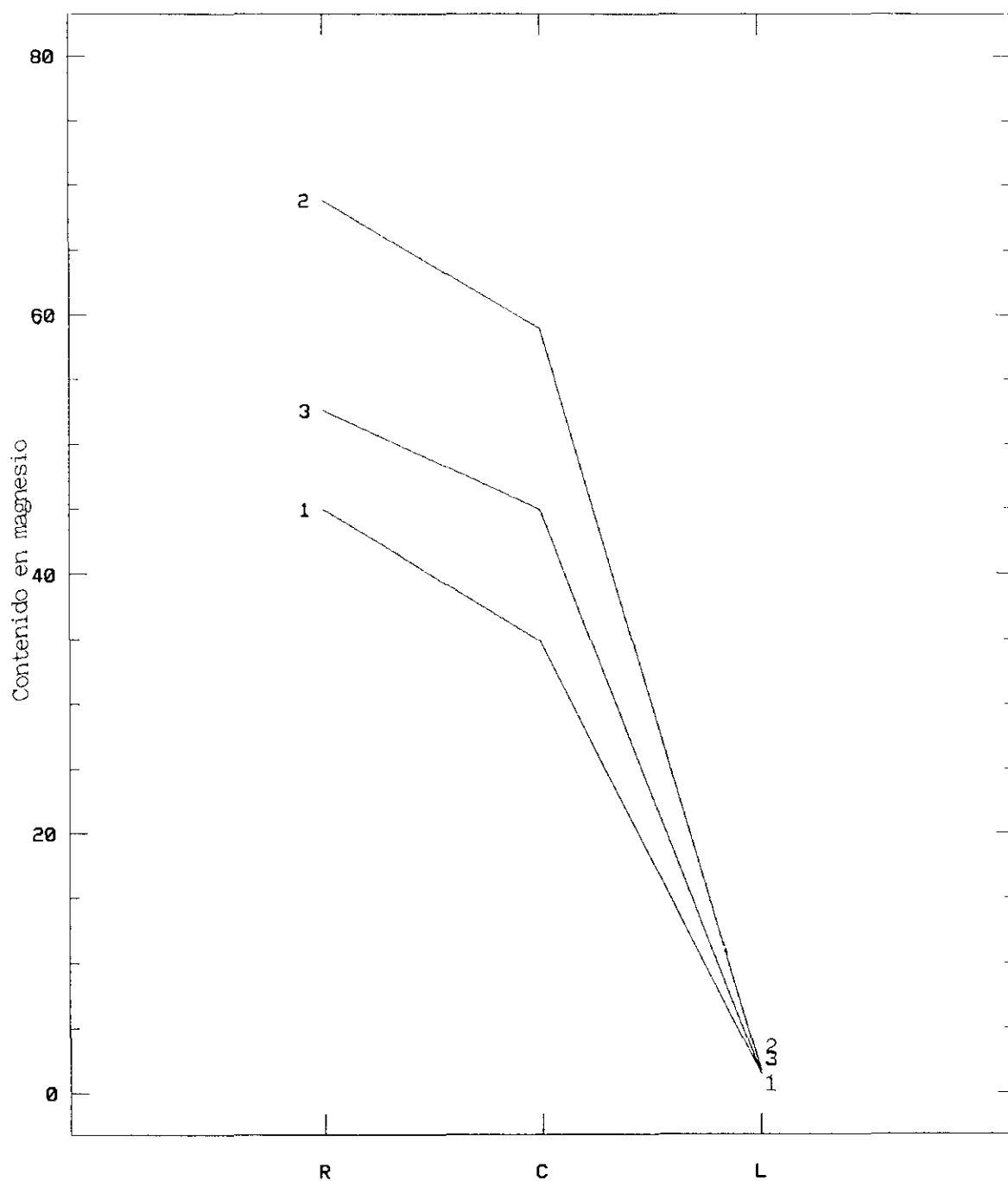
C = Producto cocido(mg en el cocido procedente de 100 g de crudo).

L = Líquido de cocção (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo).

* Análisis de la varianza para el contenido en magnesio.

Gráfica nº 68.- Espinacas comerciales.

Interacciones entre las marcas y el estado de la muestra.*



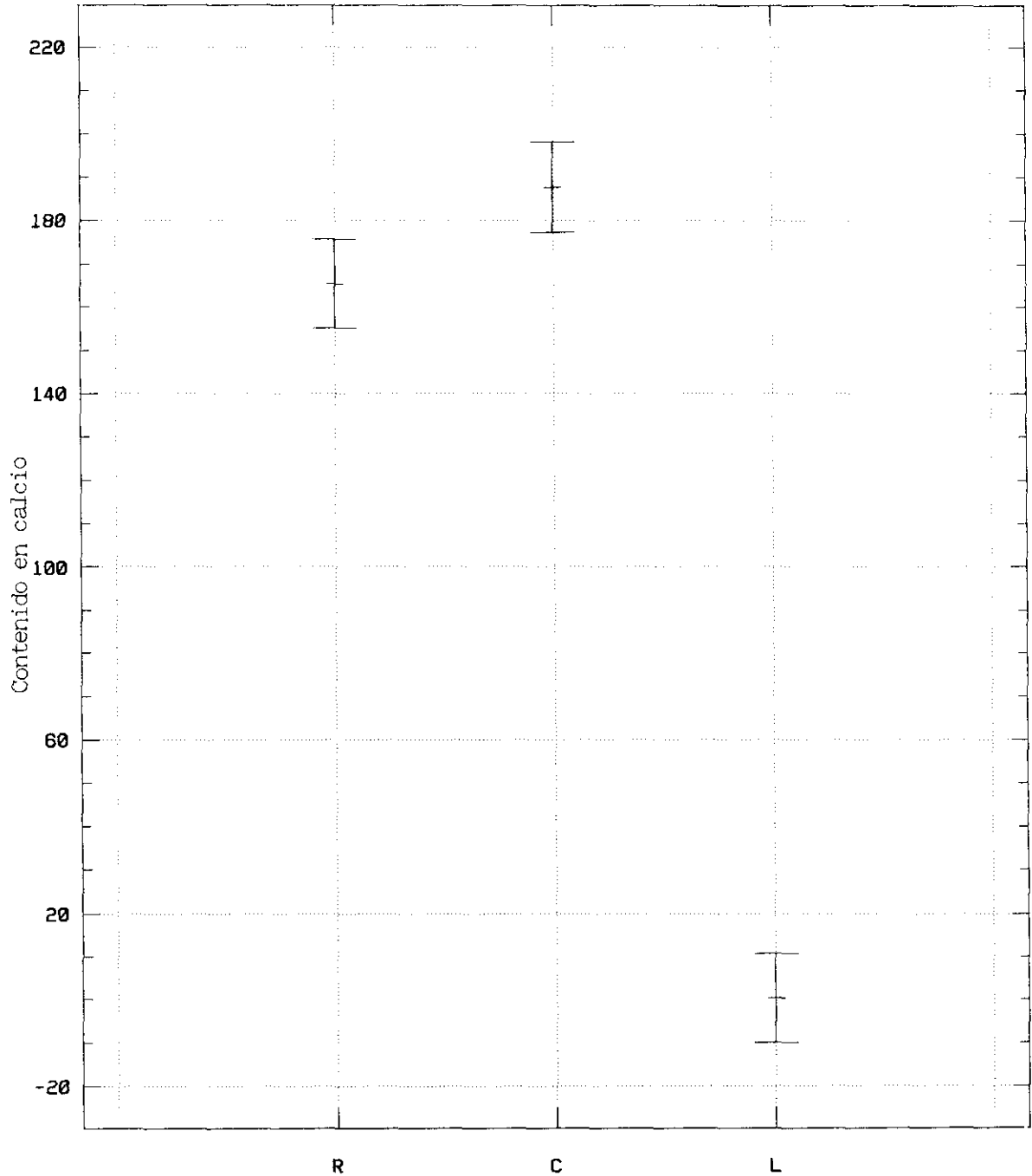
R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100 g de crudo).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo).

* Análisis de la varianza para el contenido en magnesio.

Gráfica nº 69.- Intervalos al 95% para espinacas comerciales.*



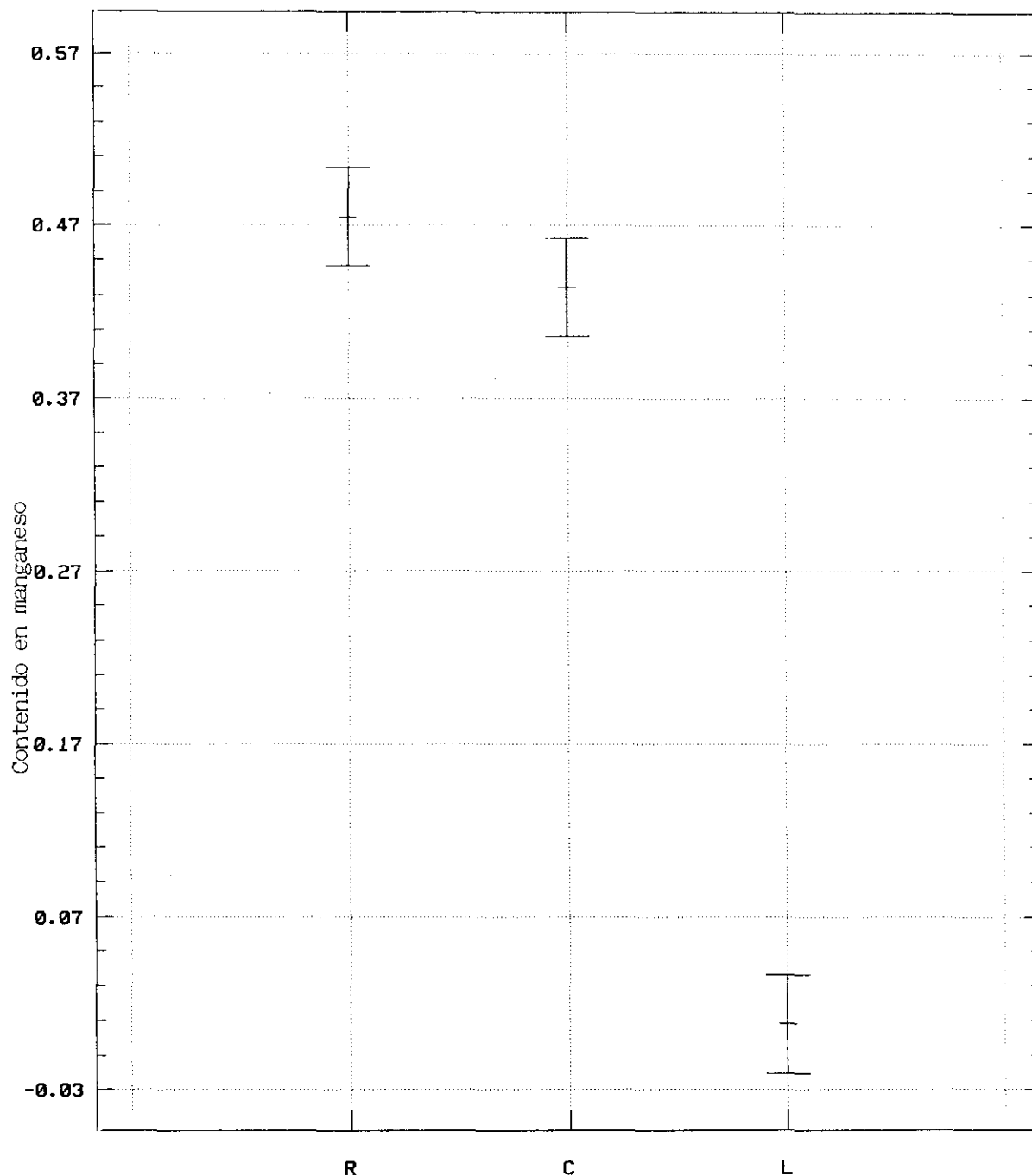
R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100 g de crudo).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo).

* Análisis de la varianza para el contenido en calcio.

Gráfica nº 70.- Intervalos al 95% para espinacas comerciales.*



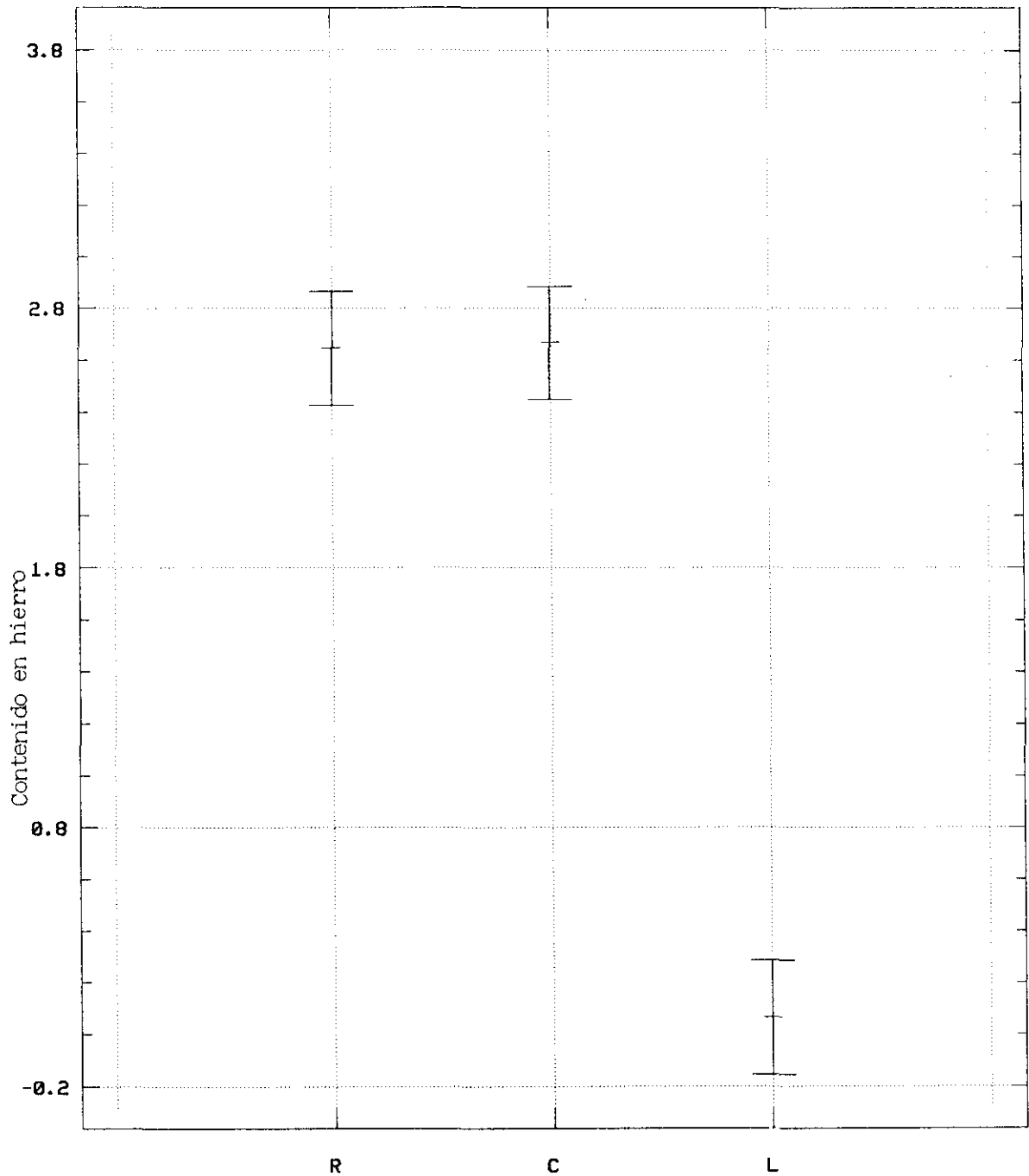
R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100 g de crudo).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo).

* Análisis de la varianza para el contenido en manganeso.

Gráfica nº 71.- Intervalos al 95% para espinacas comerciales.*



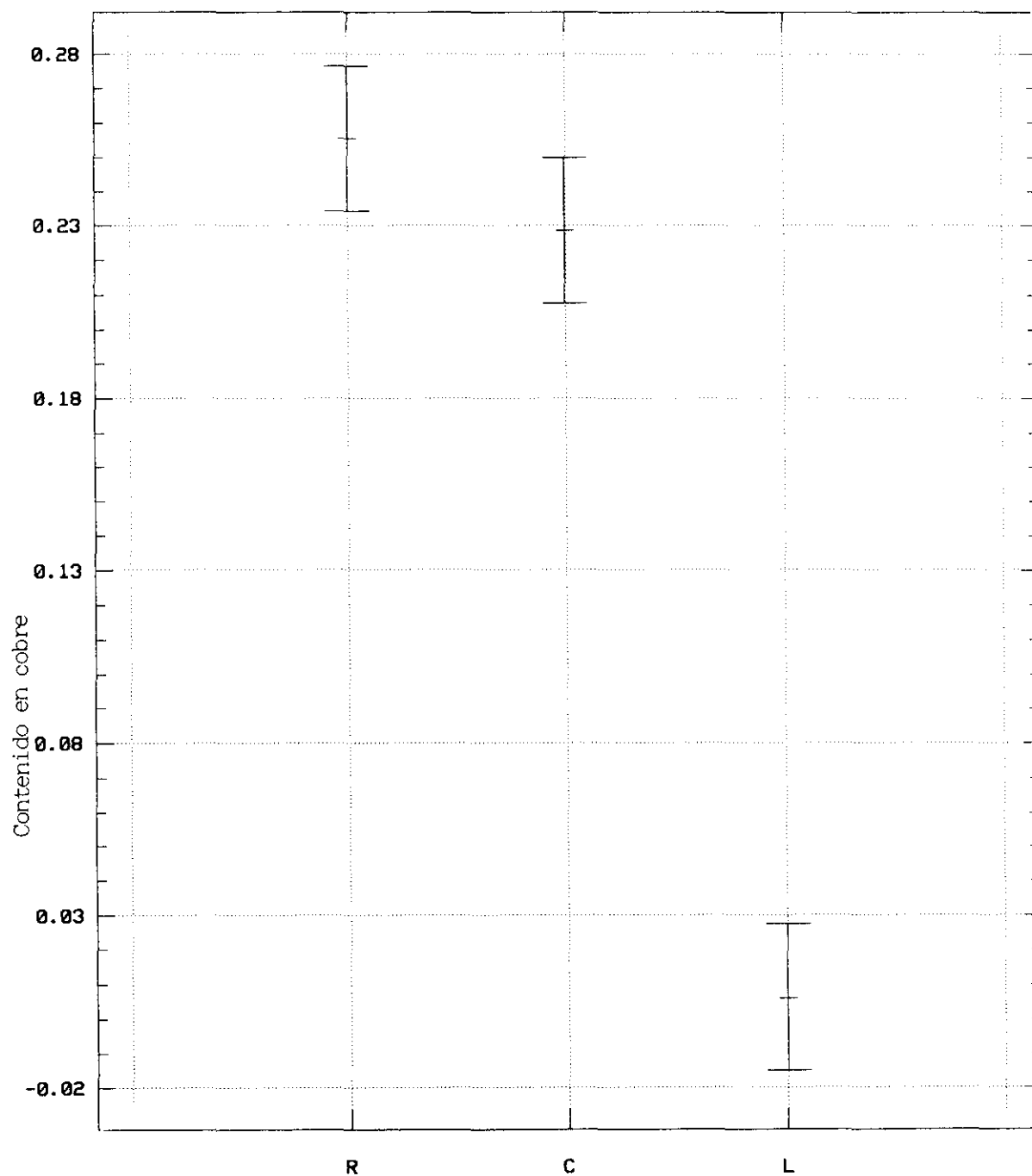
R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100 g de crudo).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo).

* Análisis de la varianza para el contenido en hierro.

Gráfica nº 72 .- Intervalos al 95% para espinacas comerciales.*



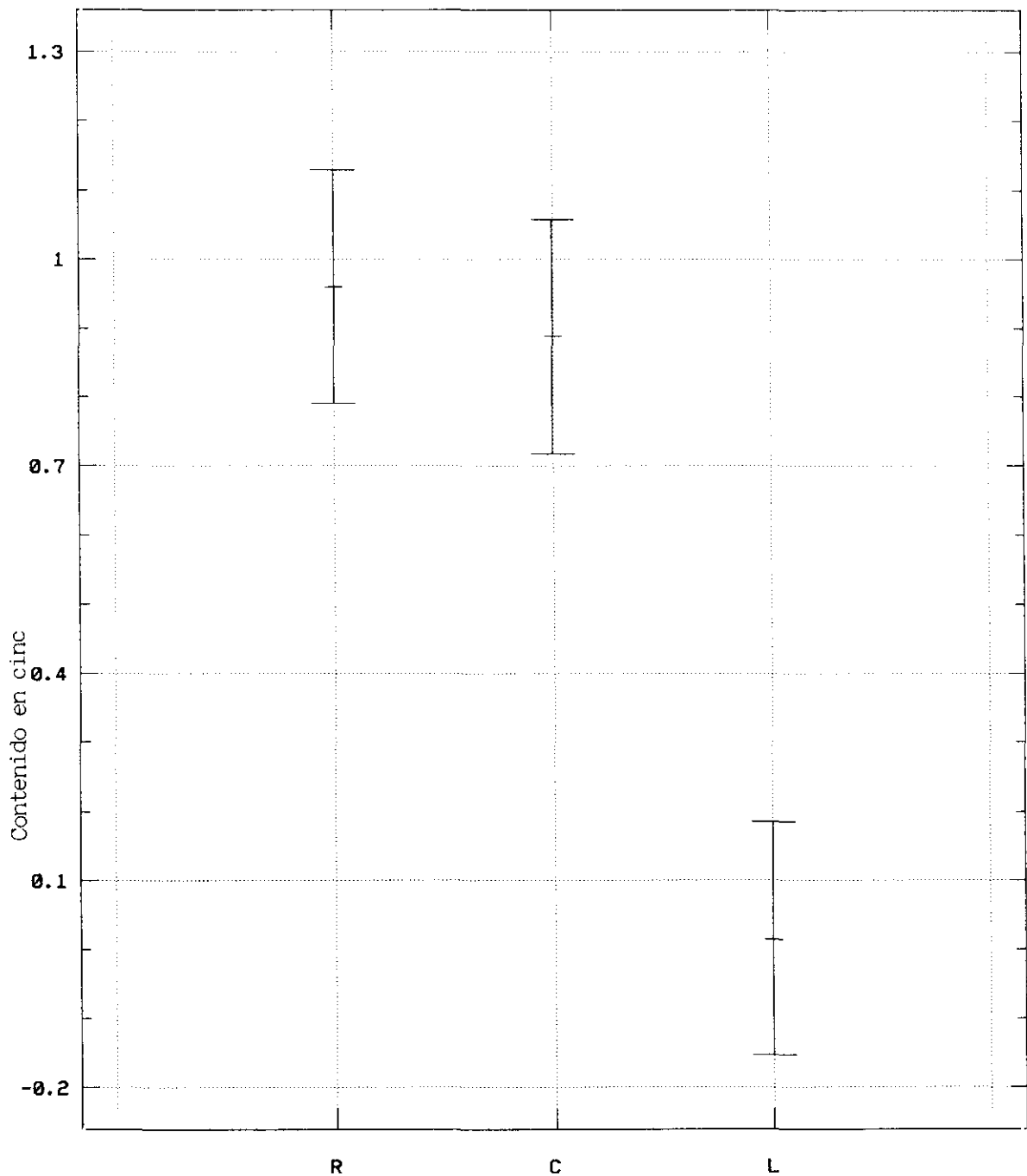
R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100 g de crudo).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo).

* Análisis de la varianza para el contenido en cobre.

Gráfica nº 73 .- Intervalos al 95% para espinacas comerciales.*



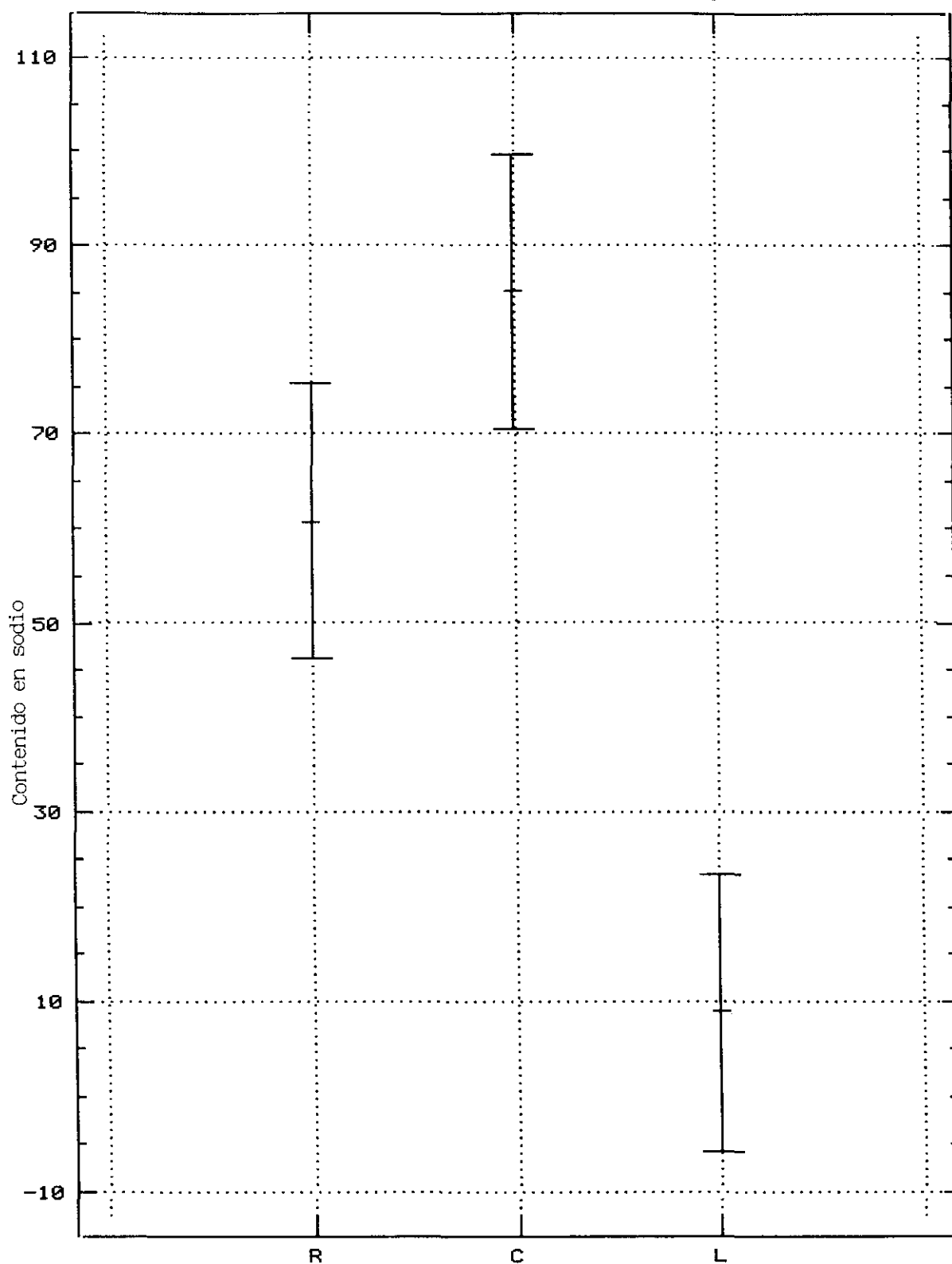
R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100 g de crudo).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo).

* Análisis de la varianza para el contenido en cinc.

Gráfica nº 74.- Intervalos al 95% para espinacas experimentales*.



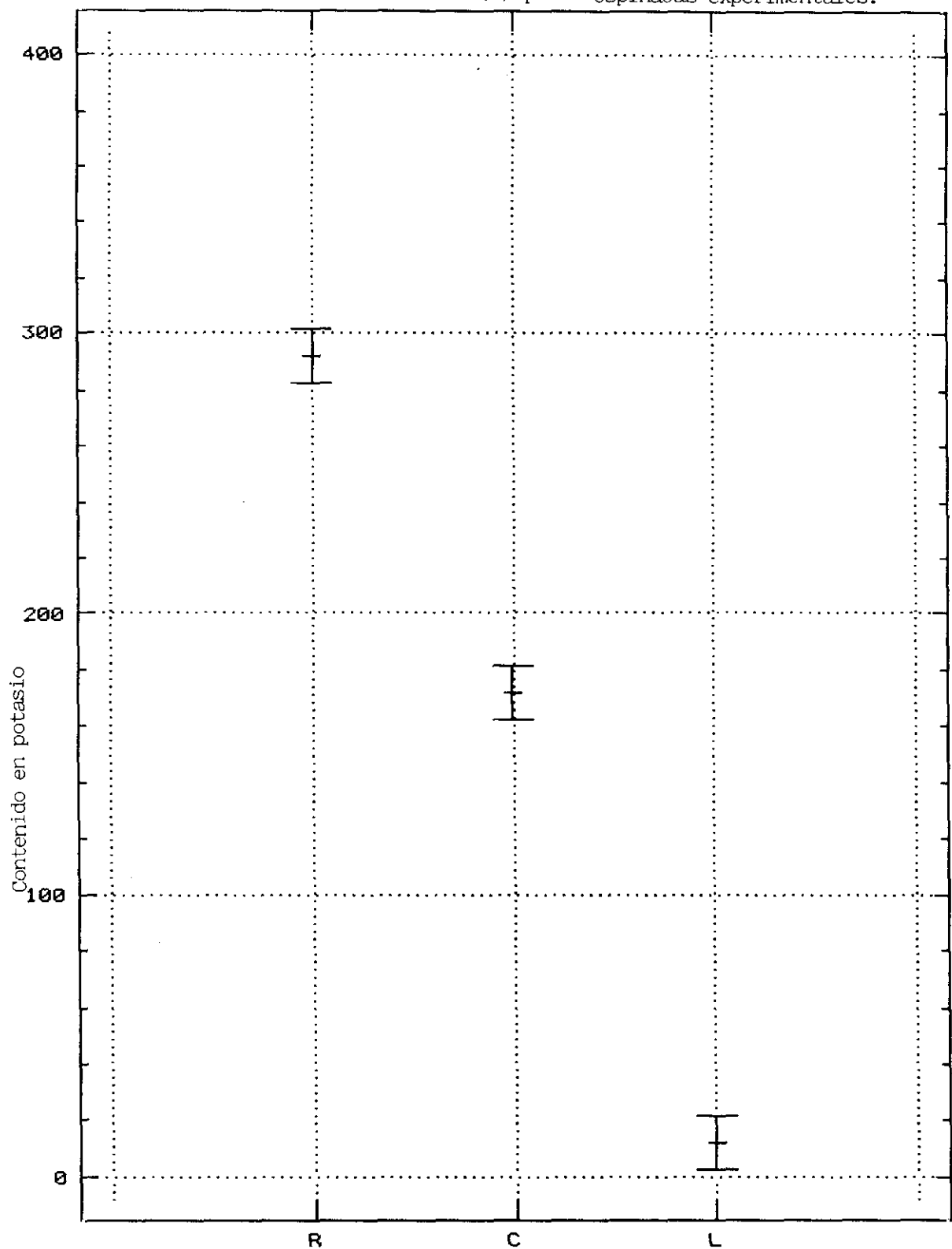
R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100g de crudo+5g NaCl).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo+5g NaCl).

* Análisis de la varianza para el contenido en sodio.

Gráfica nº 75 .- Intervalos al 95% para espinacas experimentales.*



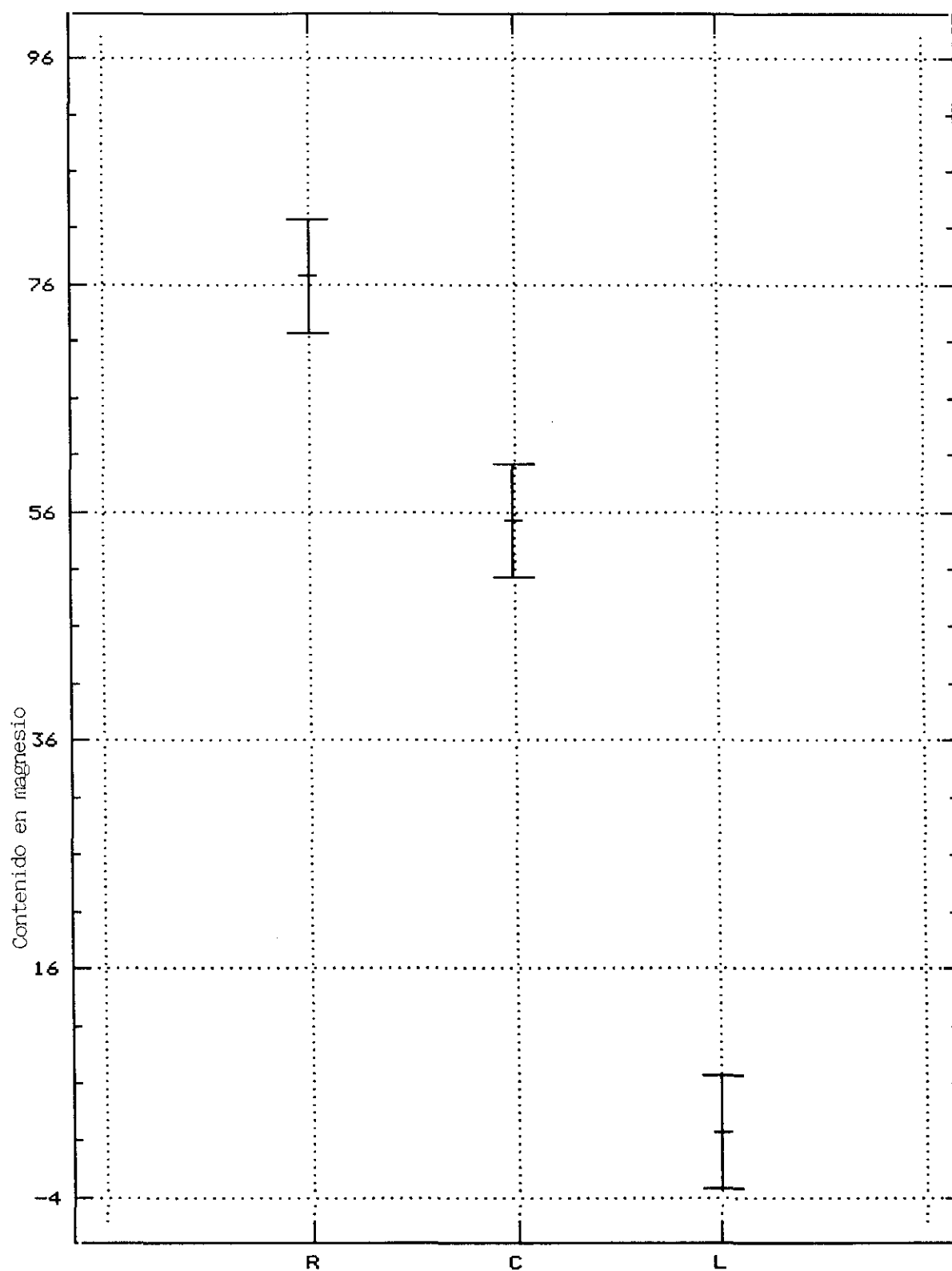
R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100 g de crudo).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo).

* Análisis de la varianza para el contenido en potasio.

Gráfica nº 76.- Intervalos al 95% para espinacas experimentales.*



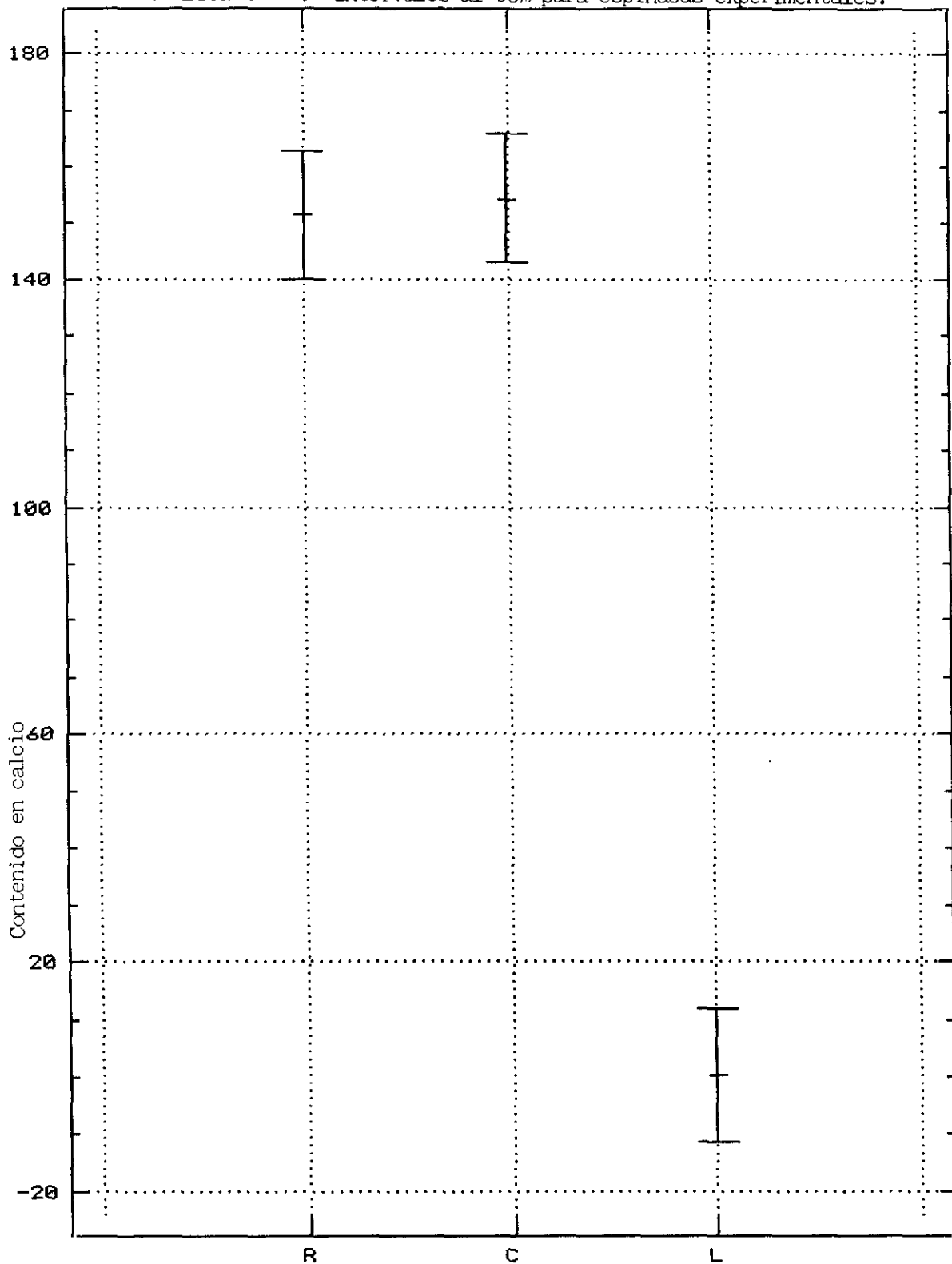
R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100 g de crudo).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo).

* Análisis de la varianza para el contenido en magnesio.

Gráfica nº 77.- Intervalos al 95% para espinacas experimentales.*



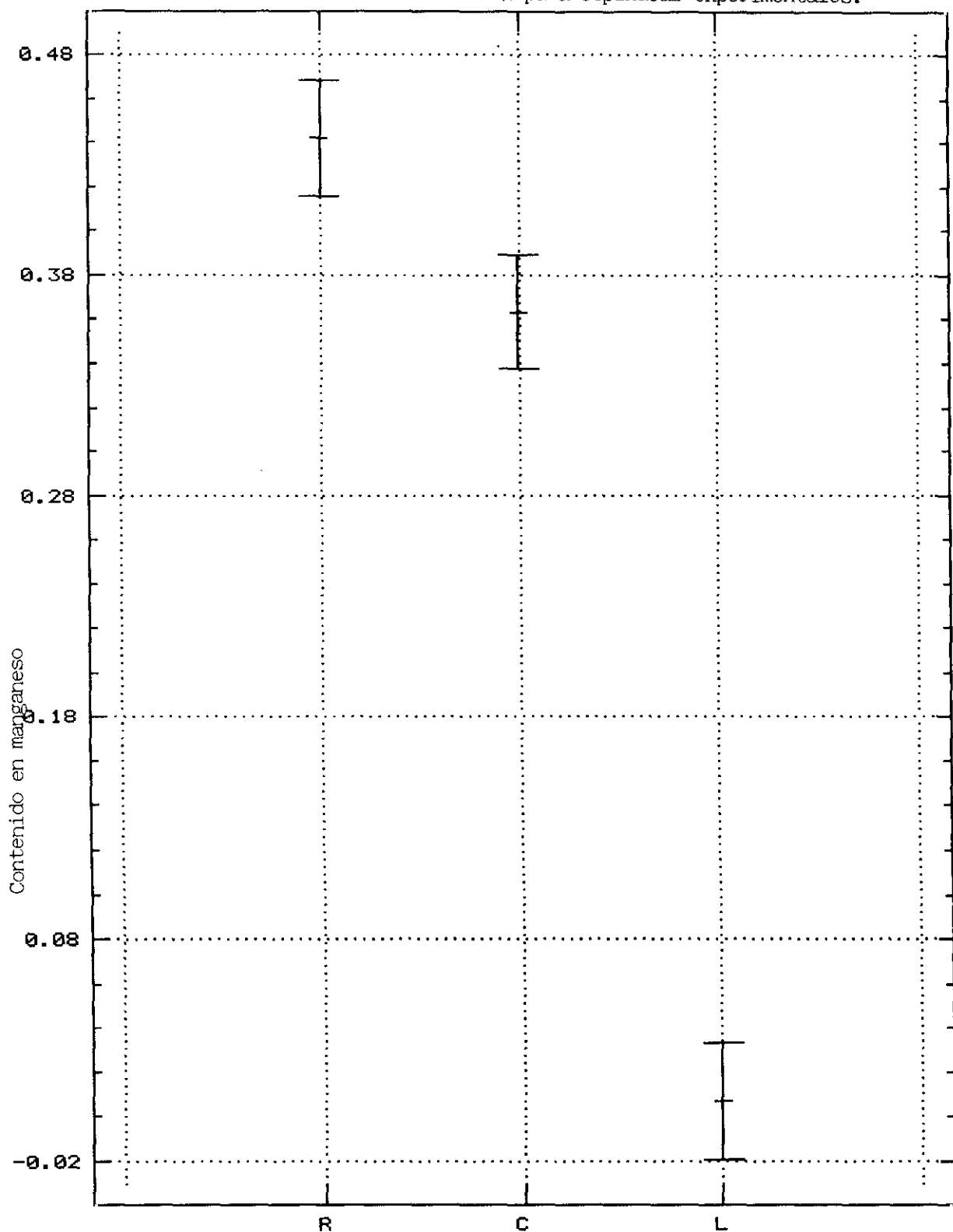
R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100 g de crudo).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo).

* Análisis de la varianza para el contenido en calcio.

Gráfica nº 78.- Intervalos al 95% para espinacas experimentales.*



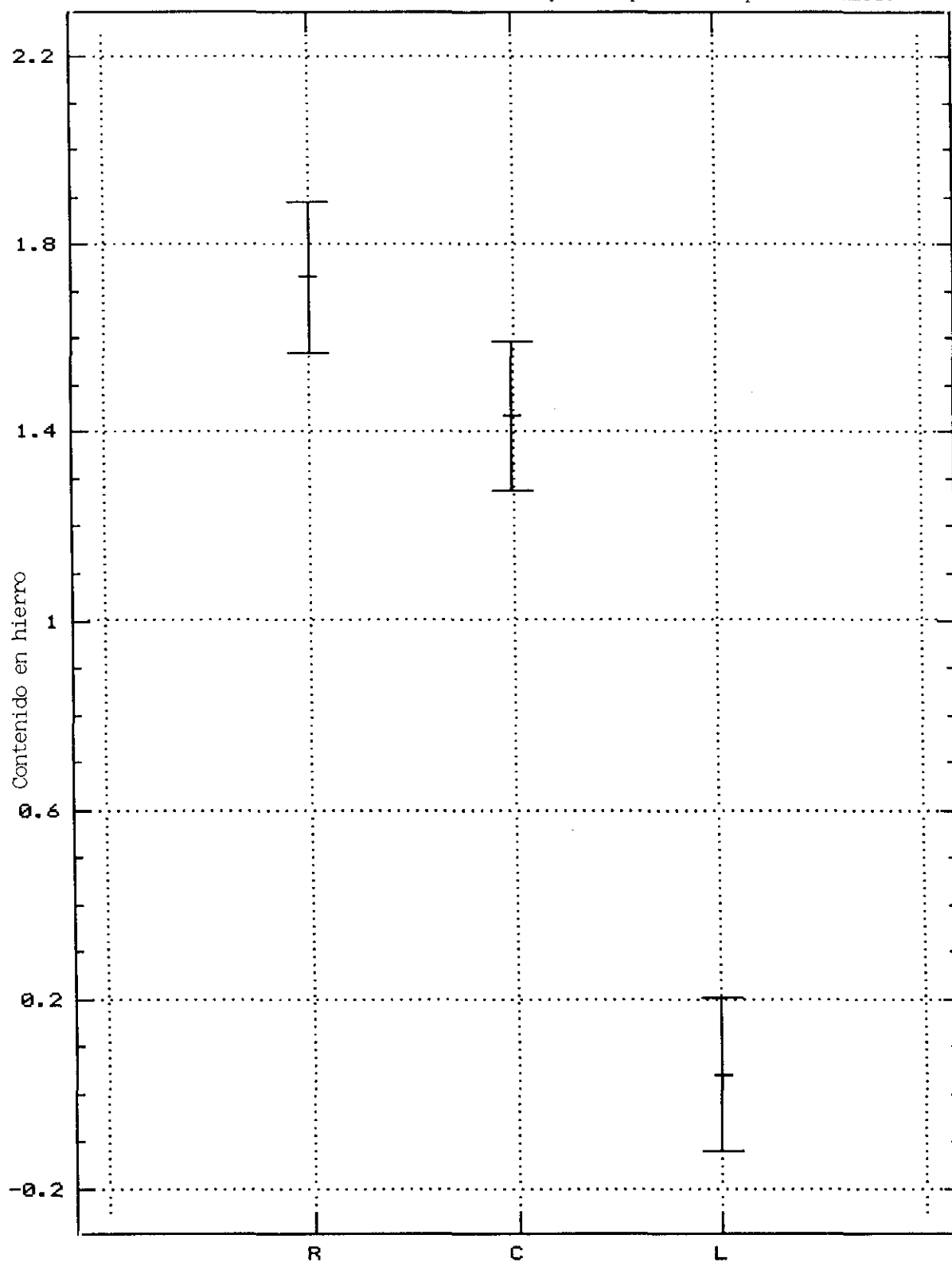
R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100 g de crudo).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo).

* Análisis de la varianza para el contenido en manganeso.

Gráfica nº 79.- Intervalos al 95% para espinacas experimentales.*



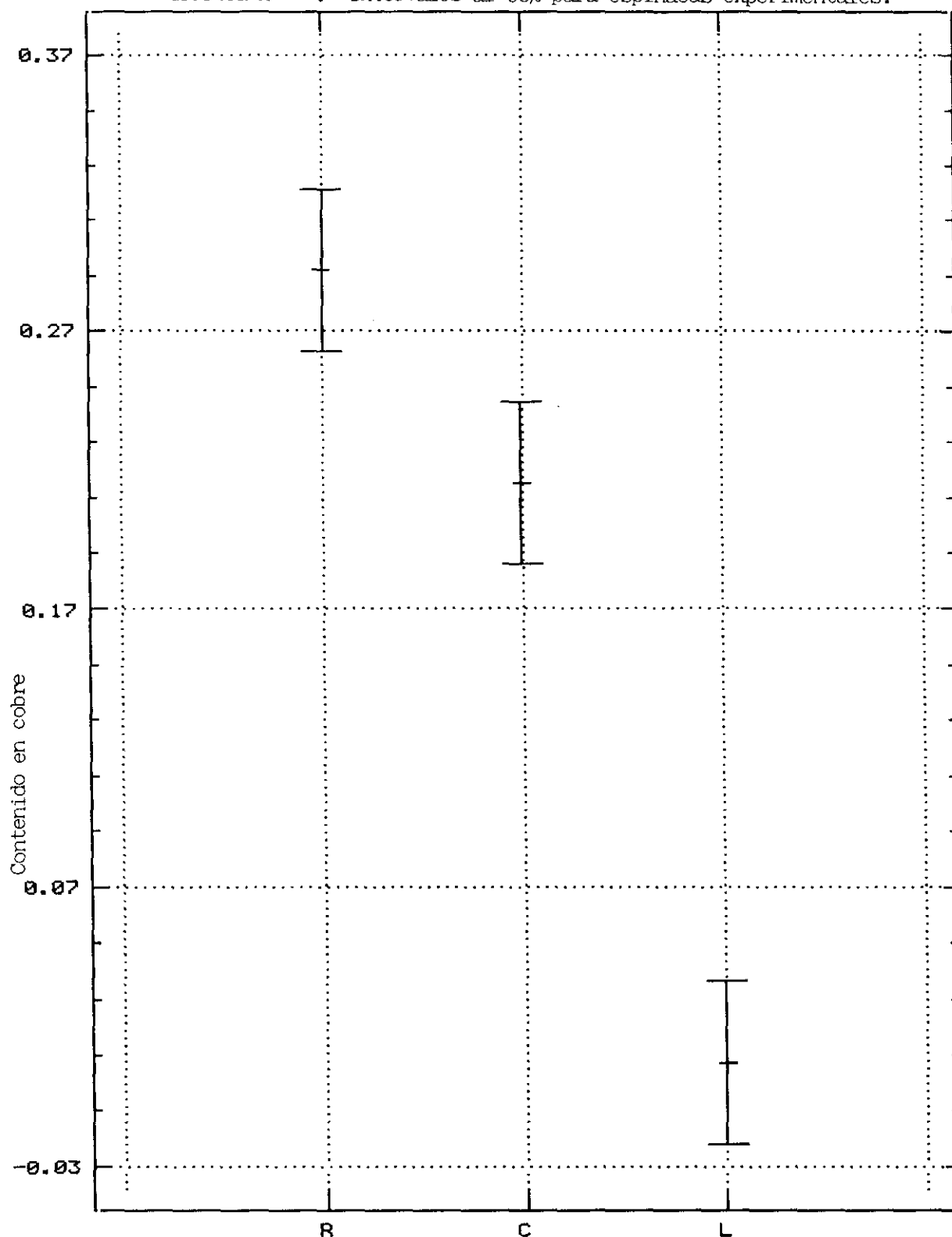
R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100 g de crudo).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo).

* Análisis de la varianza para el contenido en hierro.

Gráfica nº 80.- Intervalos al 95% para espinacas experimentales.*



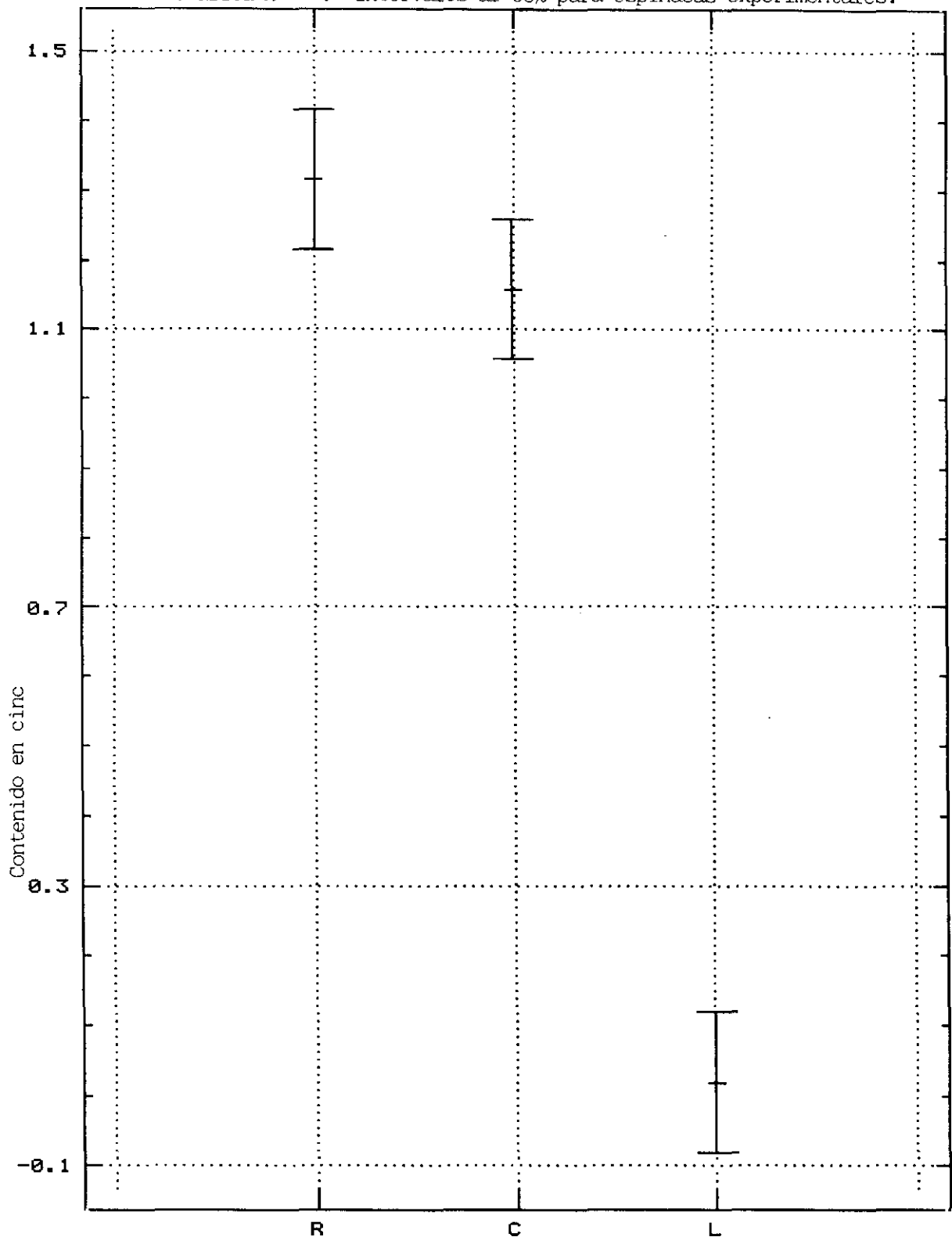
R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100 g de crudo).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo).

* Análisis de la varianza para el contenido en cobre.

Gráfica nº 81.- Intervalos al 95% para espinacas experimentales.*



R = Producto crudo (mg/100 g de crudo).

C = Producto cocido (mg en el cocido procedente de 100 g de crudo).

L = Líquido de cocción (mg cedidos a 1 L por 100 g de crudo).

* Análisis de la varianza para el contenido en cinc.

5.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez planteados los objetivos de este trabajo y realizados los diferentes análisis en las muestras de espinacas de distintos tipos tras someterlas al procesado tecnológico y culinario, se procede a continuación, a la discusión de los resultados, que se ha organizado en los siguientes apartados:

- a) Pruebas previas generales:
 - a.1.- de variación de peso en espinacas.
 - a.2.- de distribución de nitratos.
- b) Estudio del contenido de nitratos.
- c) Estudio del contenido de nitritos.
- d) Estudio de la actividad nitrato-reductasa.
- e) Estudio de los valores de pH.
- f) Estudio de humedad.
- g) Estudio del contenido de elementos minerales.
- h) Tratamiento estadístico.

5.1.- PRUEBAS PREVIAS GENERALES

- Previamente al estudio analítico de los compuestos nitrogenados en las distintas muestras de espinacas, se consideró de interés observar las variaciones de peso sufridas por las espinacas durante el tratamiento tecnológico realizado en el laboratorio, y similar al escaldado previo en un procesado industrial y debido al tratamiento culinario, es decir a la cocción.

Los resultados recogidos en la tabla nº1, muestran una pérdida de peso del orden del 25% en las espinacas experimentales de las muestras A. y B., y próximo al 40% en la muestra C.

Recordamos aquí, que el producto obtenido tras el escaldado y congelado hasta la cocción es lo que se ha tomado como referencia para comparar con las muestras comerciales y que se ha denominado "muestra cruda", con lo que se quiere resaltar el que no han sufrido todavía un tratamiento culinario.

Asimismo, se recoge el peso en gramos de producto crudo utilizado en el tratamiento culinario de las muestras, durante los meses del análisis y el peso en gramos de producto cocido procedente de 1 Kg de la muestra cruda correspondiente.

- Por otra parte, se han realizado una serie de pruebas con el fin de observar la homogeneidad de las muestras de espinacas entre los distintos bloques de un mismo lote, en cuanto al contenido de nitratos (tabla nº2).

Para ello, se han tomado 10 envases distintos del mismo lote, de cada una de las tres marcas de espinacas comerciales, y se ha determinado el contenido de nitratos en cada muestra.

Tras el análisis se ha observado que no existe una gran dispersión entre los resultados obtenidos, ya que los coeficientes de variación no fueron elevados (6,78 , 5,86 y 7,83%, para las marcas 1., 2. y 3., respectivamente), por lo que se procedió a la toma de muestra tal y como se expresa en el apartado 3.3.1.2.2. de la parte experimental.

Lo que sí se ha apreciado en este primer estudio es la gran diferencia del contenido de nitratos entre las muestras, ya que en la marca 1. se ha encontrado aproximadamente, el doble de nitratos que en las marcas 2. y 3.

• Además, se ha realizado otra prueba con la finalidad de observar si la distribución de los nitratos en cada envase es homogénea (tabla nº3); para ello se divide cada bloque, en cuatro fracciones, y se analiza el contenido de nitratos en cada una de ellas por separado. Esta prueba se realizó en dos bloques del mismo lote, de cada marca comercial.

Tras el análisis se apreció que la distribución de los nitratos en cada bloque puede presentar una variación diferente en función del envase que se analice, tal y como lo indican los coeficientes de variación, que fueron, en el primer y segundo bloque analizados, de 20,08 y 8,05%; de 17,49 y 5,33%; y de 20,23 y 2,26%, para las marcas 1., 2. y 3., respectivamente.

Estas variaciones podrían justificar que, en algunas ocasiones, como se verá posteriormente, el contenido total de nitratos en el producto sólido cocido y en el líquido de cocción no sea con exactitud el que presentaban las espinacas crudas.

Una vez finalizadas las pruebas descritas, se decidió tomar para el estudio analítico, una cuarta parte de cada bloque con el fin de realizar los distintos estudios en la muestra cruda, y el resto del mismo se sometió al proceso de cocción.

5.2.- ESTUDIO DEL CONTENIDO DE NITRATOS

5.2.1.- ESPINACAS COMERCIALES

Los contenidos de nitratos en las espinacas comerciales se reflejan en las tablas nº4 a nº18.

5.2.1.1.- Muestras crudas

Las tres marcas de espinacas seleccionadas para el estudio presentan distintas proporciones de nitratos (tabla nº4). En las espinacas comerciales 1. y 2. se observan valores medios de estas sales, en el transcurso de los cuatro meses del análisis, de $2.513,95 \pm 99,01$ y $1.207,49 \pm 90,85$ mg KNO_3/Kg , respectivamente, en el primer lote, y no se encontraron grandes diferencias con los contenidos que presentan entre un mes y otro. Tampoco se observan variaciones con los valores detectados en el segundo lote de las

mismas marcas, que fueron de $2.217,16 \pm 89,36$ y $1.260,58 \pm 36,98$ mg KNO_3/Kg . Hay que destacar que los resultados cuantificados en el análisis de la marca 1. se asemejan a los encontrados por Siciliano y col. (1975), en espinacas congeladas (2.140 ± 283 ppm de nitratos).

A diferencia de lo comprobado anteriormente, en la marca 3. los contenidos medios de nitratos fueron de $985,22 \pm 91,93$ en el lote 1 y de $1.842,13 \pm 81,14$ mg KNO_3/Kg en el lote 2, valor este último, superior al del lote 1. Esto puede indicar posiblemente, que la distinta procedencia de las espinacas, así como otros factores (fertilizantes, estadio de crecimiento, genéticos, etc), que condicionan la presencia y acumulación de estas sales (Bosch y García, 1988; Anónimo, 1991), sean el origen de las diferencias encontradas entre ambos lotes. Pueden ser estos mismos factores los que podrían influir en los diferentes contenidos de nitratos de las tres marcas analizadas.

Todos estos resultados se encuentran dentro del intervalo de valores que exponen García y Bosch (1988), que analizaron espinacas encontrando contenidos de 157 a 2.638 ppm de KNO_3 .

5.2.1.2.- Muestras cocidas

En la tabla nº5 se recogen los datos de nitratos que pertenecen al análisis de las tres marcas de espinacas comerciales (1., 2. y 3.; lotes 1 y 2), realizado el mismo día de la

cocción (producto sólido y líquido de cocción), durante los cuatro meses del análisis.

El resultado correspondiente al mes I nos da idea del dato inicial, ya que el análisis de la muestra cruda se realizó el primer día (día de la cocción) de este primer mes.

Se observa que en los productos sólidos cocidos hay una disminución de los nitratos respecto del que contenían las espinacas crudas (tabla n°4); esto es debido a que hay una cesión por solubilidad de estas sales contenidas en dichas muestras crudas, a los líquidos de cocción, que representa para la marca 1. y para los lotes 1 y 2 unos porcentajes de cesión del 44,65% y 42,46%, respectivamente; para la marca 2. del 49,32% y 55,91%; y para la marca 3. los porcentajes fueron del 44,46% y 54,96%, respecto a los lotes 1 y 2 (tabla n°6).

Estas cesiones se pueden comparar con los resultados obtenidos en los trabajos realizados por Bosch y García (1988a), donde se indica el valor medio de cesión del $58,37 \pm 5,21\%$.

El contenido de nitratos en las espinacas comerciales cocidas, cuantificado el día que se cocieron, no presenta variaciones señaladas durante los cuatro meses de almacenamiento.

5.2.1.3.- Muestras cocidas refrigeradas o congeladas

Los resultados del análisis de nitratos en las espinacas comerciales (lote 1 y 2), cocidas y conservadas en refrigeración o en congelación se encuentran en las tablas n°7 a n°18, y están expresados en mg KNO₃ contenidos en el producto cocido, procedentes de la cocción de 1 Kg de muestra cruda; y en mg KNO₃ cedidos por un Kg de muestra cruda a un litro de agua de cocción.

- Cocidas/refrigeradas -

Las muestras sólidas cocidas conservadas en refrigeración de la marca 1. (tablas n°7 y n°8), no presentan diferencias notables en el contenido de nitratos en ambos lotes durante los dos primeros días (R-1 y R-2), con respecto al obtenido el día de la cocción; mientras que, en general, al cuarto y octavo día (R-4 y R-8) conservados entre 2° y 7°C, los valores de estas sales se modificaron con respecto a los días anteriores, como se observa en el mes I y lote 1 (tabla n°7) que pasa de tener 1.239,83±4,03 (R-1) a 105,52±11,50 mg KNO₃ (R-8) y en el mes IV del lote 1 con contenidos de 43,36±24,27 y 50,84±47,98 en R-4 y R-8, respectivamente; o en el lote 2 y mes IV (tabla n°8), que tenían 1.044,08±27,77 mg KNO₃ al inicio de la refrigeración y 75,65±20,75 mg KNO₃ al finalizar ésta.

Esto puede explicarse por una transformación de nitratos en nitritos, según se comentará posteriormente.

El contenido de nitratos en los líquidos de cocción refrigerados de la marca 1. (lote 1 y 2), durante los cuatro meses de almacenamiento, se recogen, asimismo, en las tablas nº7 y nº8. Se observa una ligera disminución de estas sales durante los días de refrigeración, la cual es más acusada en el lote 1, mes III, donde se encuentra en el líquido de cocción correspondiente, el día de cocción, 1.090,77 ppm y en el LR-8, 538,71 ppm; así como, en el lote 2, mes IV a partir de 4 días de refrigeración; además, en todos los líquidos se detectaron nitritos.

La evolución experimentada por los nitratos en el producto sólido en la marca 2., durante los ocho días de refrigeración es similar a la observada en la marca 1. Así, se aprecia una fuerte disminución en R-4 y R-8, en los meses II, III y IV del lote 1, mientras que en el mes I, esta disminución se presentó sólo en R-8 (tabla nº9).

En el lote 2 esta pérdida se apreció en R-8 del mes II y R-4 y R-8 del mes IV del muestreo (tabla nº10). Paralelamente a esta evolución, los nitritos aparecen en cantidades considerables en estas muestras de la marca 2. y la actividad nitrato-reductasa alcanzó un valor máximo ($1,98 \pm 0,07 \mu\text{mol NO}_2^-/\text{g/h}$) en R-4, del mes IV (tabla nº40), en el cual prácticamente no se detectan nitratos ($0,778 \text{ mg KNO}_3/\text{Kg}$) (tabla nº10). Esto es debido a la presencia de microorganismos nitrato-reductores que favorecen la reducción de dichos nitratos.

En los líquidos de cocción refrigerados de la marca 2 del lote 1 no se observan grandes variaciones en el contenido de

nitratos durante los primeros cuatro días de refrigeración, y sí en el octavo día donde se aprecian pérdidas con respecto al primer refrigerado; destaca especialmente la muestra LR-8 del primer mes con un valor de 7,43 mg KNO_3/L (tabla nº9) que supone un 98,32% de pérdida de estas sales respecto al contenido que aparece el día de la cocción (698,32 mg KNO_3/L) (tabla nº5).

Cuando se trata del lote 2 de la marca 2. (tabla nº10), en las muestras líquidas se observan mayores variaciones; así, se aprecia una disminución de nitratos en el LR-8 del mes II, respecto al contenido en el líquido de cocción refrigerado durante menos días y con relación al día de la cocción, ya que de 771,36 mg KNO_3/L en dicho día de la cocción, pasó a 406,35 mg KNO_3/L de nitratos en LR-8. Sin embargo, en el mes IV se aprecia un contenido irregular en cada uno de los análisis realizados, entre los cuales destaca el LR-8 con 1.003,84 ppm de estas sales, en el que se observaron nitritos en cantidades considerables, (159,35 mg NaNO_2/L , tabla nº30), lo que, como se comentará posteriormente, es indicativo de descomposición de la muestra.

La variación de los contenidos de nitratos observados en este último mes, podría ser debida a que en esta muestra ha existido una mayor dificultad en la distribución de los líquidos de cocción en los diferentes envases, destinados a la conservación en refrigeración y posteriores análisis.

Las muestras sólidas refrigeradas del lote 1 de la marca 3. presentaron valores de nitratos inferiores (tablas nº11 y nº12)

a los de las marcas 1. y 2., ya que las espinacas crudas de la marca 3., también presentaron menos nitratos (tabla nº4).

Durante el tiempo de refrigeración en el producto sólido del lote 1 (tabla nº11), encontramos en los cuatro meses de análisis, una disminución notable de los valores de nitratos durante el cuarto y octavo día de conservación. Hay que destacar la fuerte disminución de estas sales en la muestra correspondiente a los 8 días en refrigeración con un valor de $0,12 \pm 0,03$ mg KNO_3/Kg frente al valor de la misma muestra refrigerada en el primer día de conservación ($414,54 \pm 14,63$ mg KNO_3/Kg).

Las muestras de la marca 3., del lote 2 (tabla nº12) mantienen, en general, bastante constante el contenido de nitratos durante los días de refrigeración y en los diferentes meses de análisis, excepto en los refrigerados del octavo día de los meses III y IV, que presentaron valores de estas sales menores en un 84% y 72,64%, respectivamente, en relación con los contenidos encontrados en las muestras el primer día de refrigeración; esta disminución coincide con la aparición de nitritos.

Como se ha expuesto anteriormente, al comentar las marcas comerciales 1. y 2., en la marca 3. también se ha detectado actividad nitrato-reductasa en los últimos días de refrigeración (tabla nº41), lo que da lugar a la reducción de nitratos a nitritos, lo que se comentará posteriormente.

En los líquidos de cocción de la marca 3. (tablas nº11 y nº12) durante el transcurso de los diferentes días de conserva-

ción en refrigeración, no se observan variaciones en los contenidos de nitratos cada día del análisis, aunque se aprecia nuevamente en la muestra correspondiente al octavo día del mes IV una mayor oscilación, con un descenso de estas sales con respecto al contenido detectado el día de la cocción de 1.035,75 ppm, hasta 635,16 ppm de nitratos durante la refrigeración (tabla n°12) y donde también se detectaron nitritos (128,93 ppm, tabla n°31).

- Cocidas/congeladas -

Se ha realizado el análisis de nitratos de las tres marcas de espinacas comerciales (producto sólido y líquido de cocción) de ambos lotes, conservadas en congelación (-18°C) tras su cocción, durante diferentes días desde que se hirvieron y en los cuatro meses de almacenamiento. Los valores se recogen en las tablas n°13 a n°18.

Lo que caracteriza a todas las muestras comerciales es que no se ha producido una modificación notable en el contenido de nitratos durante la congelación, con respecto a las cantidades de estas sales contenidas en las muestras analizadas el día de la cocción.

La mayor estabilidad la presenta la marca 1.; en todos los casos, se han producido menores variaciones en el producto sólido que en el líquido de cocción y las mayores oscilaciones corresponden a los líquidos de cocción del lote 1, de la marca 3.,

especialmente en el mes III en el que, a excepción de la muestra LC-7, las demás reflejan un incremento del contenido de nitratos respecto al encontrado en el líquido tras la cocción (tabla nº17).

5.2.2.- ESPINACAS EXPERIMENTALES

Los valores de nitratos encontrados en las espinacas experimentales (A., B. y C.), se recogen en las tablas nº19 a nº28.

5.2.2.1.- Muestras frescas/escaldadas/congeladas 24 horas y líquidos de escaldado y de enfriamiento

El contenido de nitratos en las espinacas experimentales crudas, escaldadas y tras congelarlas durante 24 horas, así como, los valores encontrados para los líquidos de escaldado y de enfriamiento se reflejan en la tabla nº19.

- Muestras frescas/escaldadas/congeladas 24 horas -

Se observa que las muestras de espinacas frescas B. y C. presentan resultados de nitratos similares ($760,88 \pm 27,06$ y $714,48 \pm 44,81$ mg KNO_3/Kg , respectivamente), lo que se aproxima a lo observado por el laboratorio de análisis de Eroski (Anónimo, 1991) (776 ppm de nitrato), y por Corsi (1981) que cita 720 ppm

de nitrato. Por su parte la muestra A. presentó un valor inferior ($442,09 \pm 2,81$ mg KNO_3/Kg); esta variación de resultados es comparable con la obtenida por Domínguez (1994), el cual, al analizar espinacas frescas observa oscilaciones entre 376 y 3.418 ppm de NO_3^- , o por Bosch (1985), que encontró variaciones entre 197 y 6.934 mg KNO_3/Kg .

Tras realizar el escaldado se apreciaba una disminución notable del contenido de nitratos de las espinacas frescas. Esta disminución fue del 59,51%, 30,65% y 39,74% para las muestras de espinacas A., B. y C. escaldadas, respectivamente. Los porcentajes observados en las muestras B. y C. son similares al que indican Corsi y col. (1981), que tras el escaldado expresan que la pérdida de nitrato fue de un 36,35%.

Una vez que las espinacas escaldadas se mantuvieron congeladas durante 24 horas, se realizó el análisis de nitratos y se apreció un aumento de estas sales durante este almacenamiento a -18°C en la muestra A., respecto de los valores encontrados en las muestras tras dicho escaldado (tabla n°19), lo que no ocurrió en el análisis realizado por Corsi y col. (1981), ya que tras congelarlas obtuvo un valor de 839,0 ppm de nitratos, mientras que en la muestra escaldada fue de 971,0 ppm.

- Líquido de escaldado y de enfriamiento -

Los valores de nitratos obtenidos en el análisis de los líquidos de escaldado y de enfriamiento son muy inferiores

respecto a los encontrados en las espinacas frescas (tabla n°19), lo que supone una baja cesión de estas sales a dichos líquidos de escaldado, del 6,85, 8,00 y 8,90% para las muestras A., B. y C., respectivamente; en los líquidos de enfriamiento, para dichas muestras, la cesión de estas sales fue del 7,80 , 4,05 y 5,67%, respectivamente.

5.2.2.2.- Muestras crudas

Se ha realizado el análisis de nitratos de las tres muestras de espinacas experimentales, escaldadas y congeladas en el laboratorio, en estado crudo el día de la cocción, en el mes I y IV del análisis, y se observa que respecto a las espinacas congeladas durante 24 horas (tabla n°19) la muestra B. cruda presenta alguna variación en el contenido de estas sales (tabla n°20).

En el transcurso del tiempo de almacenamiento en congelación (meses I y IV) las espinacas experimentales crudas A. y C. mantienen prácticamente el mismo contenido de nitratos, mientras que la muestra B. en el mes IV presentó un contenido superior ($371,16 \pm 1,83$ mg KNO_3/Kg) al encontrado en el mes I que fue de $221,38 \pm 11,25$ mg KNO_3/Kg .

Esto último puede ser debido a la pérdida de humedad, que fue más acusada en la muestra B. tras los 4 meses de almacenamiento, aunque también ocurre en menor proporción en la muestra C. (tabla n°63).

5.2.2.3.- Muestras Cocidas

Los contenidos de nitratos en las espinacas experimentales cocidas (producto sólido y líquido de cocción), se recogen en la tabla nº21, donde se expresan en mg KNO_3 en el producto sólido cocido procedentes de 1 Kg de muestra fresca, es decir sin sufrir el procesado tecnológico.

Hay que destacar que las muestras presentaron contenidos de esta sales algo mayores en el último mes del análisis (IV); y fue la muestra A., la que reflejó los valores más bajos de nitratos durante los dos meses del estudio.

Por otra parte, la muestra A. es la que retuvo una mayor proporción de dichas sales tras someterla al procesado tecnológico y culinario (18,02%); además, presentó una pérdida de peso después del escaldado del 24,43% (tabla nº1).

En la tabla nº22 se reflejan los contenidos de nitratos en las espinacas experimentales cocidas (producto sólido y líquido de cocción), y los resultados se expresan en mg KNO_3 en el producto cocido procedente de cocer 1 Kg de crudo, y en mg KNO_3 cedidos por 1 Kg de crudo al litro de cocción. El peso correspondiente al producto cocido equivalente a 1 Kg de muestra cruda, así como el peso del crudo utilizado en la cocción, se recogen en la tabla nº1.

Los productos sólidos cocidos de las tres muestras A., B. y C. (tabla n°22), en los dos meses de análisis I y IV, presentan el día de la cocción valores menores de nitratos que las espinacas crudas (tabla n°20), esto es debido a que se ha cedido parte del contenido de estas sales a los líquidos de cocción correspondientes.

Esta disminución de nitratos en las muestras cocidas frente a las crudas fue mayor en el mes I del análisis que en el mes IV, es decir, en el primer mes, las muestras sólidas A., B. y C., presentaron menor cantidad de nitratos, $94,38 \pm 10,04$, $149,81 \pm 15,83$ y $186,00 \pm 23,11$ mg KNO_3/Kg , respectivamente; mientras que en el cuarto mes (IV), los contenidos en dichas muestras fueron de $117,18 \pm 1,21$, $170,37 \pm 5,02$ y $198,46 \pm 6,88$ mg KNO_3/Kg . El aumento de estas sales tras el almacenamiento en congelación puede ser debido a una deshidratación del producto provocada por la acción del frío. Dicha deshidratación es una de las posibles desventajas en cuanto a la calidad del producto, que puede ocurrir durante la conservación en congelación y que está relacionada con el tipo de envasado (Canet, 1986).

Nuestros resultados son parecidos a los obtenidos por Palloti y col. (1980) que fueron, de 100 ppm de NO_3^- en espinacas cocidas, las cuales en estado crudo presentaron 1.120 ppm de NO_3^- ; sin embargo, fueron inferiores al valor de 473 ppm de NO_3^- detectado por Corsi y col. (1981) en espinacas cocidas procedentes de muestras frescas; hay que tener pues presente la gran dispersión de los resultados aportados por otros autores tras el análisis de nitratos en espinacas.

En los líquidos de cocción de las espinacas experimentales (A., B. y C.) (tabla n°22) el contenido de nitratos, durante el tiempo de almacenamiento, evoluciona de forma que aumenta en el cuarto mes (IV) en relación al primero (I), hay que tener en cuenta que las muestras B. y C. crudas presentaron más nitratos.

Los porcentajes medios de cesión de dichas sales a estos líquidos de cocción, respecto a los contenidos en las espinacas crudas, fueron del 46,45, 62,22 y 47,35%, para las muestras A., B. y C., respectivamente.

5.2.2.4.- Muestras cocidas refrigeradas o congeladas

El análisis de nitratos de las espinacas experimentales cocidas (producto sólido y líquido), conservadas en refrigeración o congelación en el transcurso de diferentes días desde la cocción, durante los meses I y IV del análisis, se refleja en las tablas n°23 a n°28.

- Cocidas/refrigeradas -

Las espinacas refrigeradas (tablas n°23 a n°25) presentan las mayores variaciones en el contenido de nitratos en el mes I del análisis, al octavo día de refrigeración desde que se cocieron (R-8), en las tres muestras, si bien en el caso de la muestra C. el valor en R-8 es similar al de R-1.

En el cuarto mes del análisis (IV) los cambios se observan en el cuarto y octavo día de refrigeración (R-4 y R-8) de las muestras A. y B., donde fueron muy acusados, llegando a detectarse trazas en R-4 y a no detectarse en R-8 de la muestra A.; en la muestra B. se reduce el contenido de nitratos al 10% del inicial aproximadamente, al octavo día; en la muestra C. se ha producido un incremento en R-1, R-2, y R-4 para alcanzar en R-8 un valor más próximo al inicial (recién cocida).

Hay que destacar, que esta disminución de nitratos en las muestras, coincide con la aparición de nitritos en las mismas, como consecuencia de la reducción de dichos nitratos y de la actividad nitrato-reductasa que presentan (tablas nº45 a nº47). Aunque en la muestra A. refrigerada durante cuatro días (R-4) en el mes IV aparecieron trazas de estas sales y tras ocho días en conservación (R-8, mes IV) ausencia de las mismas (tabla nº23), mientras que en el estudio de nitritos se detectaron trazas o no aparecieron estas sales en dichas muestras (tabla nº37).

Esta forma de evolución de los valores de nitratos y de nitritos a lo largo de los días de conservación coincide con la experimentada en el estudio realizado por Corsi y col. (1981).

Los líquidos de cocción refrigerados de las espinacas experimentales (tabla nº23 a nº25) en los meses I y IV del análisis, y durante los diferentes días de refrigeración, no reflejan cambios en los contenidos de nitratos durante este tiempo, a excepción de la muestra B. mantenida en conservación durante ocho días (mes IV), la cual presentó un valor de

164,09±5,32 mg KNO₃/L, inferior al resultado medio obtenido entre el resto de los refrigerados que fue de 236,26± 14,53 mg KNO₃/L (tabla n°24). Esta misma observación se aprecia al comparar con los resultados del producto recién cocido (tabla n°22).

- Cocidas/congeladas -

Se ha realizado el análisis de nitratos en las espinacas experimentales (A., B. y C.) (producto sólido y líquido de cocción) conservadas en congelación (-18°C), durante diferentes días desde la cocción, en los meses I y IV del análisis. Los resultados se reflejan en las tablas n°26 a n°28.

Los productos sólidos y líquidos congelados (tabla n°26) de la muestra A. no presentan variaciones en el contenido de nitratos durante los diferentes días de congelación, tanto en el mes I como en el IV, si bien hay una ligera disminución en el líquido de cocción LC-7.

En la muestra B. (tabla n°27) los productos sólidos y líquidos de cocción, congelados en el transcurso de los diferentes días durante el primer mes (mes I), no presentan modificaciones notables en los contenidos de nitratos; mientras que en el mes IV, los líquidos de cocción reflejan una variación de los valores de estas sales en los distintos días, ya que en las muestras LC-7 y LC-17 fueron de 224,72 y 240,88 ppm de KNO₃, respectivamente; mientras que en los LC-3, LC-24 y LC-30 resultaron ser de 128,37 , 139,33 y 180,01 ppm de KNO₃, respectivamente,

además de ser estos últimos valores inferiores a lo que se detectó en dichas muestras líquidas, en el día de la cocción, que fue de 237,41 ppm de KNO_3 .

La muestra C. (tabla n°28) en el mes I del análisis presenta los productos sólidos y líquidos de cocción congelados con valores de nitratos semejantes entre sí durante los diferentes días de congelación desde que se cocieron; sin embargo, en el cuarto mes del análisis (IV) las muestras sólidas congeladas sufren un aumento de estas sales, a lo largo de la conservación, principalmente a los 24 y 30 días; por otra parte, los líquidos de cocción de esta muestra C. lo experimentan en el segundo y tercer congelado (7 y 17 días de conservación) (tabla n°28). Todas estas variaciones pueden ser indicativas de la heterogeneidad de las muestras analizadas.

5.2.3.- INGESTA DIARIA DE NITRATOS EN RELACIÓN CON LA DOSIS DIARIA ADMISIBLE

Se ha calculado el valor de la ingesta diaria de nitratos aportados por las espinacas comerciales y experimentales crudas y cocidas (producto sólido y líquido de cocción), considerando como ración diaria 200 g de dichas espinacas y 150 ml de caldo de cocción y se ha relacionado con la dosis diaria admisible (D.D.A.) calculada para una persona de 65 Kg de peso y que según FAO/OMS (1978), es de 368 mg KNO_3 /peso/día.

Los resultados medios ($\bar{X} \pm D.E.$, C.V%) de las muestras analizadas (comerciales y experimentales) durante los meses del análisis, se encuentran recogidos en el cuadro nº8 y se expresan en tanto por ciento de D.D.A.

Cuadro nº8. Ingesta diaria de nitratos procedente de espinacas, en relación con la D.D.A., expresada en %.

	FRESCAS	CRUDAS	COCIDAS		R-1	
	*	*	Producto sólido *	Líquido cocción **	Producto sólido *	Líquido cocción **
ESPINACAS COMERCIALES		86,57±31,86 36,81	44,96±16,36 36,38	32,19±10,05 31,21	45,33±17,08 37,67	32,35±10,05 31,07
ESPINACAS EXPERIMENTALES	33,11±8,92 26,94	17,46±5,65 32,38	11,18±3,17 28,39	7,08±1,91 27,05	11,40±6,26 54,93	6,58±2,06 31,37

* Ración = 200 g/día.

** Ración = 150 ml/día.

Tras el estudio de los resultados se aprecia que las espinacas comerciales crudas son las que aportan más nitratos a la dieta (86,57±31,86 % de D.D.A.) y aunque globalmente éstas no llegan a superar la D.D.A., si se diferencian las marcas analizadas, se observa que la marca 1. llegaría a sobrepasarla, ya que representa el 123,23 % de la misma. El consumo de espinacas experimentales frescas o procesadas proporciona una ingesta de nitratos muy inferior a la de las comerciales, con un 33,11±8,92 y 17,46±5,65 % de D.D.A., respectivamente.

Asimismo, en cuanto al aporte de dichas sales por el consumo de espinacas comerciales y experimentales, hay que señalar que

es preferible ingerir el producto recién cocido ($44,96 \pm 16,36$ y $11,18 \pm 3,17$ % de D.D.A., respectivamente) o refrigerado durante 24 horas ($45,33 \pm 17,08$ y $11,40 \pm 6,26$ % de D.D.A., respectivamente) que en estado crudo.

5.3.- ESTUDIO DEL CONTENIDO DE NITRITOS

5.3.1.- ESPINACAS COMERCIALES

Los valores de nitritos encontrados en las espinacas comerciales se reflejan en las tablas n°29 a n°34 y los resultados se expresan en mg NaNO_2/Kg de muestra y en mg NaNO_2/L de líquido de cocción.

5.3.1.1.- Muestras crudas y cocidas

Se han analizado los nitritos en las espinacas crudas y cocidas, así como en los líquidos de cocción, de las tres marcas comerciales y sus respectivos lotes (tablas n°29 a n°31), y se observa que la proporción hallada de nitritos es inferior al límite mínimo de detección apreciado por el método, por lo que en las tablas se refleja la presencia de estas sales como TRAZAS.

5.3.1.2.- Muestras cocidas refrigeradas o congeladas

Se ha realizado el análisis de nitritos en las espinacas comerciales cocidas refrigeradas o congeladas transcurridos distintos días desde la cocción, y durante cuatro meses, siempre en dos lotes diferentes de cada marca, tal y como se indica en el diseño experimental.

- Cocidas/refrigeradas -

La muestras sólidas (tablas nº29 a nº31) presentan nitritos al cuarto día de refrigeración en el lote 1 de las tres marcas comerciales, durante los cuatro meses del análisis; y en el lote 2 sólo en el mes IV de la marca 1. y en los meses II y IV de la marca 2.

Ambos lotes de las tres marcas de espinacas analizadas contienen nitritos en cantidades muy variables al octavo día de refrigeración, lo que es indicativo del diferente grado de alteración experimentado en los últimos días de conservación en estas muestras, y que se apreció "in situ" por sus caracteres organolépticos; esta degradación de las muestras que contienen nitritos también lo observaron Aworh y col. (1978).

En las muestras líquidas refrigeradas (tablas nº29 a nº31), al cuarto día de conservación sólo se observan nitritos en el mes IV del lote 2, de las marcas 1. y 2.

En relación al último día de refrigeración de los líquidos de cocción (LR-8), aparecen estas sales en las tres marcas a partir del mes II del análisis, en cantidades muy variables (tablas n°29 a n°31).

Por todo lo expuesto referente a la presencia de nitritos en las muestras sólidas y líquidas conservadas en refrigeración, se puede apreciar una mayor facilidad de degradación en las espinacas cocidas que en sus líquidos de cocción.

- Cocidas/congeladas -

En las muestras de espinacas de las marcas comerciales analizadas (1., 2. y 3.), el producto cocido y el líquido de cocción, conservados en congelación durante los cuatro meses de almacenamiento presentaron únicamente trazas de nitritos, lo que indica que no hay transformación significativa de los nitratos a estas sales cuando se congelan las muestras cocidas, por lo que se puede considerar que mantienen la calidad durante la conservación, lo que sirve de base para recomendar al consumidor esta forma de conservación de la hortaliza una vez cocinada (tablas n°32 a n°34).

Se ha considerado interesante realizar estas tablas (n°32 a n°34), para facilitar el estudio comparativo sobre el contenido de sales nitrogenadas, entre las diferentes muestras de espinacas.

5.3.2.- ESPINACAS EXPERIMENTALES

5.3.2.1.- Muestras frescas/escaldadas/congeladas 24 horas y líquidos de escaldado y de enfriamiento

El análisis de nitritos en las espinacas experimentales se recoge en las tablas nº35 a nº38 y los resultados se expresan en mg NaNO_2 /Kg de muestra y en mg NaNO_2 /L de líquido de cocción.

- Muestras frescas/escaldadas/congeladas 24 horas -

Se han analizado las espinacas en estado fresco, escaldadas y tras congelarlas durante 24 horas (tabla nº35) y se observa que los valores obtenidos son de trazas o no se han detectado, al igual que ocurre en los correspondientes líquidos de escaldado y de enfriamiento.

Hay que destacar que en la muestra C. se mantiene el contenido de trazas de nitritos durante todo el procesado tecnológico.

- Líquidos de escaldado y de enfriamiento -

Los líquidos de escaldado y de enfriamiento (tabla nº35) presentan nitritos de igual forma que su producto sólido escaldado correspondiente, a excepción del líquido de escaldado de la muestra B., que presentó trazas y, sin embargo, no

aparecieron estas sales en el líquido de enfriamiento correspondiente a dicha muestra B.

La muestra A. no presentó nitritos en dichos líquidos analizados, mientras que en la muestra C. aparecieron trazas de estas sales, esto podría ser debido a la contaminación residual que ha podido permanecer tras los sucesivos lavados, llevados a cabo en el procesado tecnológico, así como, por estar formada, esta muestra C., por plantas más jóvenes y tiernas (cuadro nº4), lo que puede implicar actividad enzimática residual en los tejidos vegetales (Walker, 1975).

5.3.2.2.- Muestras Crudas y cocidas

Los contenidos de nitritos de las muestras de espinacas experimentales en estado crudo y cocido (producto sólido y líquido de cocción) se recogen en la tabla nº36.

Las tres muestras presentan valores traza de nitritos, en crudo y cocidas, analizadas el día de la cocción, en el primer mes del análisis y se mantienen estos resultados hasta el último mes del almacenamiento, a excepción del líquido de cocción de las tres muestras en donde no se detectaron estas sales en ningún análisis.

Si se comparan los resultados comentados anteriormente en las muestras crudas y cocidas, con los que presentan las espinacas recién escaldadas en el laboratorio (tabla nº35), se

observa que, en el período de almacenamiento en congelación transcurrido desde que se escaldaron hasta que se cuecen, puede haber una pequeña contaminación que favorezca la presencia de nitritos; lo que también puede ser debido a la manipulación que sufren las espinacas en la cocción. Esta presencia (trazas) puede deberse además, a que el escaldado que se realizó no fue suficientemente eficaz para evitar la acción de algunas bacterias reductoras (Philippon y Rouet-Mayer, 1984).

Por otra parte, Pallotti y col. (1980), indican que tras el análisis de espinacas frescas y congeladas aparecen nitritos, aún usando correctas condiciones de empleo y consumo, antes y después de la cocción, en contraposición con lo manifestado por Corsi y col. (1981), que registran nitritos en las espinacas escaldadas y no en las congeladas posteriormente.

5.3.2.3.- Muestras cocidas refrigeradas o congeladas

Los resultados de nitritos obtenidos en el análisis de las espinacas experimentales, conservadas en refrigeración o congelación después de la cocción, y durante el tiempo de almacenamiento, se refleja en las tablas nº37 y nº38.

- Cocidas/refrigeradas -

En las tres muestras de espinacas experimentales cocidas y refrigeradas (tabla nº37), se observa que cuando se analizan los

nitritos transcurridos 1, 2 y 4 días en conservación desde la cocción, mantienen un comportamiento similar entre ellas, de forma que en el primer mes, las muestras sólidas al principio de la refrigeración no presentan nitritos ni actividad nitrato-reductasa (tabla n°44), para evolucionar desde valores traza hasta los contenidos que se cuantifican el octavo día (R-8) y que fueron similares en las tres muestras (40,46, 36,35 y 36,49 mg NaNO_2/Kg y cuya actividad enzimática fue de 0,42, 0,30 y 0,34 $\mu\text{mol NO}_2^-/\text{g/h}$, tablas n°45 a n°47, para A., B. y C., respectivamente).

En los líquidos de cocción refrigerados los nitritos se mantienen como trazas durante los 8 días de conservación, a excepción de la muestra B., el LR-8 en el mes I, donde no se detectaron estas sales nitrogenadas.

En el mes IV del análisis de los productos sólidos refrigerados, los valores de nitritos se presentan de forma variable. En las tres muestras experimentales, en el transcurso de la conservación, durante los tres primeros refrigerados evolucionan de manera similar (trazas), excepto en la muestra B., donde se detectaron a los cuatro días de refrigeración (R-4) 25,98 mg NaNO_2/Kg y un valor de actividad nitrato-reductasa de 0,03 $\mu\text{mol NO}_2^-/\text{g/h}$ (tabla n°46).

En el octavo día de conservación (R-8), las muestras B. y C. presentaron nitritos (66,60 y 116,17 ppm, respectivamente), mientras que en la muestra A. no se detectaron estas sales nitrogenadas y el valor de la actividad nitrato-reductasa

expresado en $\mu\text{mol NO}_2^-/\text{g/h}$ fue de 0,07, el cual es inferior a los encontrados para las muestras B. y C. (0,31 y 0,55 $\mu\text{mol NO}_2^-/\text{g/h}$, respectivamente) (tablas n°45 a n°47). Hay que señalar que ya Zobell y Meyer en 1932, observaron que existen microorganismos que provocan la desaparición de los nitritos, al estudiar las transformaciones de las sales nitrogenadas en medios de cultivo con microorganismos que influyen en la presencia de éstas.

Esto, confirma lo manifestado por Pallotti y col. (1980), en su trabajo realizado sobre espinacas congeladas, cocidas con agua y conservadas a +4 °C, donde observan que los nitritos aparecen a partir del quinto día de conservación en refrigeración.

En los líquidos de cocción refrigerados (mes IV), los valores de nitritos (tabla n°37) no se pudieron cuantificar durante el período de conservación, a excepción de la muestra B., donde se apreciaron 42,91 ppm de NaNO_2 el último día del análisis (LR-8); este hecho coincide con lo experimentado por el producto sólido en el que aparecen nitritos desde el R-4, lo que nos puede indicar que dicha muestra B. ha sufrido una mayor alteración como consecuencia de la contaminación inicial de las espinacas, en relación a las otras dos muestras experimentales A. y C.

• Cuando se compara la proporción de nitritos que aparecen en el producto sólido y en el líquido de cada cocción, conservados en refrigeración, y durante los meses de almacenamiento (I y IV), se aprecia que en aquellas muestras experimentales en las

que la proporción es cuantificable, es el producto sólido el que presenta mayor cantidad de nitrito sódico por kilo (tabla nº37).

Según lo expuesto, se puede afirmar que las espinacas conservadas en refrigeración, en el transcurso del tiempo, pierden su calidad antes que sus correspondientes líquidos de cocción; es decir, presentan menor tiempo de durabilidad como alimento higiénicamente aceptable.

Tal y como se indicó en la discusión de los resultados de las espinacas comerciales refrigeradas (apartado 5.3.1.2), el hecho comprobado en el que las muestras cocidas experimentales también se deterioran a partir del octavo día de refrigeración, nos indica que éstas pierden su calidad más rápidamente que las crudas, tal y como comprobaron Abo-Bakr y col. (1986), al estudiar espinacas crudas conservadas en refrigeración y detectar nitritos a partir de los 15 días de almacenamiento.

- Cocidas/congeladas -

En las muestras experimentales conservadas en congelación (tabla nº38) en el mes I del análisis no se han detectado nitritos, mientras que en el mes IV se aprecian trazas de estas sales en el día 17 y 24 de la conservación de las tres muestras experimentales, lo que puede ser debido a la presencia de microorganismos nitrato reductores resistentes al frío y que pueden estar presentes en las muestras congeladas como *Staphylo-*

coccus, *Micrococcus*, etc. (Muller, 1981; Goepfer, 1985; Edwards y Hall, 1988).

• Cuando se comparan los valores de nitritos en las espinacas comerciales y en las experimentales se observa que las primeras, cocidas, presentan con el tiempo mayor contenido de estas sales nitrogenadas, por lo que tienen menor durabilidad conservadas en refrigeración. Por ello, sería conveniente adquirir espinacas frescas y almacenarlas bajo refrigeración durante un corto período de tiempo, como corroboraron Abo-Bakr y col. (1986), tal y como se ha indicado anteriormente.

5.4.- ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA NITRATO - REDUCTASA

Los valores de actividad nitrato-reductasa en las espinacas comerciales y en las experimentales, se reflejan en las tablas n°39 a n°47 y se expresan en $\mu\text{mol NO}_2^-/\text{g}$ de producto fresco/hora de incubación.

Los resultados más destacados se incluyen en la discusión del contenido de nitratos y nitritos en las diferentes muestras.

Hay que destacar que en las espinacas cocidas dicha actividad se ha analizado en las muestras refrigeradas durante cuatro y ocho días desde que se cocieron, ya que eran las muestras que presentaron nitritos, además de una alteración de

los caracteres organolépticos provocada por la presencia de microorganismos nitrato-reductores, tal y como se ha comentado anteriormente.

Por otra parte, hay que señalar que tras el análisis en las muestras, en las que se han cuantificado los nitritos, existe actividad nitrato-reductasa.

5.5.- ESTUDIO DE LOS VALORES DE pH

Los valores de pH obtenidos en el análisis de las espinacas comerciales y en las experimentales, se recogen en las tablas nº48 a nº60.

La modificación más señalada de estos valores a lo largo del estudio, queda reflejada durante la discusión de los resultados encontrados tras el análisis de las muestras.

Principalmente, hay que destacar que en las muestras donde se pudo cuantificar los nitritos, los valores de pH fueron menores que en aquéllas en las que no aparecieron estas sales.

5.6.- ESTUDIO DE LA HUMEDAD

Los resultados obtenidos tras realizar el estudio de la humedad en las espinacas comerciales y en las experimentales, se

encuentran en las tablas nº61 a nº63, donde se expresan en % de agua.

Sobretudo, hay que señalar que en dichas tablas se observa que las espinacas presentan una elevada proporción de agua, la cual se puede cifrar en un 90 a 95% aproximadamente, en función del estado de la muestra.

De igual forma que para los valores de pH, el contenido de agua en las muestras se comentará durante el apartado de discusión de resultados.

5.7.- ESTUDIO DEL CONTENIDO DE ELEMENTOS MINERALES

5.7.1.- ESPINACAS COMERCIALES

Se ha realizado el estudio del contenido de elementos minerales (Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn), en las espinacas comerciales en estado crudo y cocido (producto sólido y líquido de cocción) en los dos lotes de las tres marcas comerciales, durante los meses del análisis. Los resultados se encuentran en las tablas nº64 a nº69 y están expresados en mg por 100 g de producto crudo y en mg cedidos a 1 litro por 100 g de producto crudo.

5.7.1.1.- Muestras crudas

Los "macroelementos" analizados (Na, K, Mg y Ca) presentan una evolución bastante homogénea a lo largo de los cuatro meses del análisis, excepto los resultados encontrados para el sodio en la marca 1. del lote 1, ya que se observan valores inferiores en un 86,57 y 79,13%, en los meses III y IV, respectivamente, frente al valor medio en los primeros meses (I y II) ($116,51 \pm 23,57$ mg/100 g) (tabla n°64), y se mantienen en las muestras de esta marca del lote 2 (tabla n°65).

El potasio con un rango de 215,24 a 391,23 mg/100 g se encuentra en mayor proporción en el lote 1 de la marca 1. (tabla n°64), durante los cuatro meses del análisis, y en el mes IV de las marcas 2. y 3. (tablas n°66 a n°69) frente al resto de los resultados obtenidos.

Las muestras del lote 2, de las marcas 2. y 3. (tablas n°67 y n°69) presentan contenidos medios de magnesio, a lo largo de los meses, superiores a los encontrados en el estudio del lote 1. (tablas n°66 y n°68). Sin embargo, en la marca 1. del lote 1 (tabla n°64) los valores de este mineral fueron más elevados que en el segundo lote de dicha marca (tabla n°65). En conjunto osciló entre 30,10 y 88,03 mg/100 g.

En general, en todas las espinacas comerciales estudiadas, en el último mes (IV) se presenta mayor contenido en calcio que en el primer mes (I) del análisis, excepto en la marca 3.-lote 1 donde disminuye en un 39,97% frente al mes I (tabla n°68).

Además, hay que señalar la similitud entre el valor medio detectado en la marca 2. del lote 2 (190,56 mg/100 g) y el encontrado por Carrascosa y col. (1989), de 188,19 mg/100 g, tras el análisis de espinacas congeladas.

Entre los macroelementos analizados, hay que destacar, que en las muestras crudas, el potasio y el calcio se encuentran en mayor proporción que el magnesio y el sodio,durante los meses de análisis.

Los valores de los "microelementos" estudiados en las espinacas comerciales (Mn, Fe, Cu y Zn) presentan una evolución bastante homogénea durante los cuatro meses de almacenamiento, aunque con algunas excepciones.

Así, los valores de manganeso detectados en las muestras variaron entre 0,34 y 0,75 mg/100 g. Hay que destacar que los contenidos superiores de manganeso se detectan en la marca 1. del lote 1 (tabla nº64), muestra y lote con los valores más altos.

En el estudio de los porcentajes de hierro en las espinacas comerciales, se observan algunas variaciones en el transcurso de los cuatro meses, en las distintas marcas. Así, las marcas 1. y 2., en el lote 1 (tablas nº64 y nº66) presentaron valores que oscilaron entre 1,97 y 3,17 mg/100 g, siendo los contenidos inferiores en el lote 2 que variaron entre 1,22 y 2,03 (tablas nº65 y nº67). Mientras que en la marca 3. se apreciaron porcentajes superiores (2,86 a 5,63 mg/100 g) (tablas nº68 y nº69), en relación a las otras marcas.

Los valores de cobre que se registraron en las tres marcas, oscilaron entre 0,14 y 0,52 mg/100 g. Los resultados medios del lote 1, de las marcas 1. y 2. son superiores ($0,34 \pm 0,08$ y $0,35 \pm 0,11$ mg/100 g, respectivamente) a los detectados en el lote 2 ($0,18 \pm 0,05$ y $0,19 \pm 0,02$ mg/100 g, respectivamente); esta diferencia no se aprecia en la marca 3. ($0,20 \pm 0,05$ y $0,24 \pm 0,02$ mg/100 g, para los lotes 1 y 2, respectivamente).

En el trabajo realizado por Martínez y col. (1979), se analizan espinacas naturales, y se reflejan intervalos de variación para el hierro de 2,03 a 3,40 mg/100 g y para el cobre de 0,21 a 0,55 mg/100 g, por lo que estos datos están incluidos en los contenidos obtenidos en nuestro análisis (1,22 a 5,63 mg/100 g y 0,14 a 0,52 mg/100 g para el hierro y cobre, respectivamente).

Las diferencias encontradas en los valores de cobre entre las marcas de espinacas analizadas, pueden ser debidas a la influencia que presenta, para este elemento, la composición de los distintos tipos de suelos y el agua de riego (Martínez y col., 1979).

El resultado medio en cinc detectado en la marca 1. del lote 1 ($2,71 \pm 0,22$ mg/100 g) es más elevado que en el resto de las marcas y lotes estudiados durante los meses de análisis, donde los valores oscilaron entre 0,40 en la marca 3. del lote 1 y 1,05 mg/100 g, en el mes I de la marca 1., lote 2.

• Se han comparado los resultados obtenidos en el análisis de los contenidos de elementos minerales detectados en las muestras crudas, con los valores citados por distintos autores.

Así, se observa que en las espinacas comerciales los valores de sodio son más elevados que el máximo indicado por Souci y col. (1986) (40,00-86,00 mg/100 g), o que el señalado por Diem y Lentner (1975), de 62 mg/100 g, principalmente en ambos lotes de la marca 3. (125,31±4,45 y 108,10±19,28 mg/100 g, respectivamente).

El intervalo expresado para el potasio por Souci y col. (1986) es de 470,00-742,00 mg/100 g y el valor que indican Diem y Lentner (1975) es de 662 mg/100 g, en las muestras de espinacas (que no alcanzaron los 400 mg/100 g, tablas n°64 a n°69), son más bajos que el límite inferior señalado por el primer autor, o que la cita comentada por los segundos, lo que puede ser debido a los procesos tecnológicos y culinario a los que se han sometido las muestras y que han podido afectar a la estructura vegetal.

Los valores de magnesio son similares a los límites indicados por Souci y col. (1986) (39,00-88,00 mg/100 g), aunque en general, próximos al mínimo, excepto en la marca 2. del lote 2, donde el valor medio (78,55±6,83 mg/100 g), obtenido entre los distintos meses, que se aproxima al límite superior (tabla n°67).

En las tablas de composición de alimentos de Souci y col. (1986), el intervalo de variación para el calcio es de 80,00-190,00 mg/100 g y el valor citado por Diem y Lentner (1975) es

de 106 mg/100 g. Las muestras analizadas por nosotros, contienen entre 107,07 y 242,27 mg/100 g (tablas n°64 a n°69); entre ellas, la marca 2. del lote 2 sobrepasa el valor máximo, donde el resultado en el mes IV fue de 213,27 mg/100 g (tabla n°67); así como, la marca 3. del lote 1 (217,79; 215,83 y 216,23 mg/100 g, en los meses I, II y III, respectivamente) (tabla n°68) y la marca 3. del lote 2 (242,27 mg/100 g) en el último mes del análisis, sobrepasan los valores de los autores mencionados (tabla n°69).

En cuanto al estudio de los "microelementos" se puede apreciar que los contenidos en manganeso se encuentran dentro de los límites indicados por Souci y col. (1986) (0,25-1,09 mg/100 g), ya que en las espinacas comerciales crudas los resultados variaron entre 0,30 y 0,60 mg/100 g, aunque hay que señalar que la marca 1. del lote 1 presentó un valor más elevado que el resto de las muestras analizadas en el mes II, que fue de 0,75 mg/100 g (tabla n°64).

Cuando se comparan los contenidos de hierro (1,22 a 5,63 mg/100 g, tablas n°64 a n°69) se observa que, en las marcas 1. y 2., en ambos lotes, los valores están por debajo del mínimo expresado por Souci y col. (1986) (2,80-6,60 mg/100 g), mientras que en los dos lotes de la marca 3., los resultados están dentro del intervalo, aunque próximos al límite inferior. Por su parte, Casares (1978), cita para la espinaca fresca 5,10 mg/100 g, valor muy similar al máximo encontrado por nosotros, y Anderson y col. (1977) sólo encontraron 2,2 mg/100 g en espinaca cruda y Diem y Lentner (1975) 2,5 mg/100 g en espinacas congeladas.

Los contenidos de cobre que se registraron en las marcas 1. y 2., del lote 1 (tablas n°64 y n°66), fueron más elevados, sobrepasando el intervalo de variación de las "tablas Souci" (Souci y col., 1986) (0,07-0,20 mg/100 g), ya que algunos datos oscilaron entre 0,25 y 0,52 mg/100 g. El resto de los resultados encontrados para este mineral son más homogéneos y se incluyen en dicho intervalo.

Los contenidos en cinc en las espinacas comerciales estudiadas (entre 0,40 y 3,01 mg/100 g, tablas n°64 a n°69) han sido elevados si se comparan con lo expresado por Souci y col. (1986) (0,22-0,79 mg/100 g), ya que los valores más bajos están próximos al límite superior o en su caso, lo superan como ocurre en la marca 1. del lote 1, en los cuatro meses, y en la marca 1. del lote 2 en los primeros meses (I y II), en las que los valores oscilaron entre 0,84 y 3,01 mg/100 g (tabla n°64 y n°65).

5.7.2.- ESPINACAS EXPERIMENTALES

Los resultados del contenido en elementos minerales, en las espinacas experimentales crudas y cocidas (producto sólido y líquido de cocción), durante los meses del análisis se encuentran en las tablas n°70 a n°72 y se expresan en las mismas unidades que lo indicado en el análisis de las espinacas comerciales. Además, en la tabla n°73 se encuentran los resultados de elementos minerales en las muestras conservadas 24 horas tras someterlas al procesamiento tecnológico y hasta que se cocieron.

5.7.2.1.- Muestras crudas

El análisis realizado en las espinacas experimentales crudas refleja contenidos variables para algunos de los "macroelementos" estudiados (Na, K, Mg y Ca) entre las distintas muestras.

En la muestra A. se obtuvieron valores medios de sodio de 82,70 mg/100 g, mientras que en las muestras B. y C. los resultados fueron menores ya que oscilaron entre 44,84 y 56,85 mg/100 g. En las tres muestras de espinacas el contenido de este elemento se mantuvo constante durante los meses del análisis. Hay que destacar que algunos autores como Yebra y col. (1991), detectaron 125,0 mg/100 g de sodio en espinacas frescas, lo que nos indica que el procesado tecnológico ha afectado al contenido de este elemento en las muestras.

La muestra A. presentó el contenido medio de potasio más elevado ($329,69 \pm 23,97$ mg/100 g, tabla nº70) en relación con los valores encontrados en la B. y en la C. ($255,82 \pm 23,43$ y $291,03 \pm 1,14$ mg/100 g, respectivamente, tablas nº71 y nº72). No se detectaron variaciones notables en los contenidos de este elemento en los distintos meses del análisis, y los valores en su conjunto, oscilaron entre 239,25 y 346,65 mg/100 g.

Las muestras A. y C. contienen cantidades de magnesio que variaron entre 45,58 y 64,64 mg/100 g (tablas nº70 y nº72), mientras que la muestra B. presentó resultados más elevados, ya que se detectó un valor medio de $115,31 \pm 25,35$ mg/100 g (tabla nº71).

Hay que destacar, que las tres muestras reflejan contenidos en este elemento algo más elevados en el mes IV del análisis en relación con el mes I; asimismo, se apreciaba una pérdida de humedad en este último mes (tabla n°63).

En el primer mes del análisis, la muestra A. presenta el contenido de calcio más elevado (129,42 mg/100 g), ya que para las muestras B. y C. los porcentajes fueron de 118,90 y 116,64 mg/100 g, respectivamente, mientras que en el último mes (IV), en la muestra A. se detectó la proporción más baja (146,18 mg/100 g) en relación a los valores de 204,21 y 193,03 mg/100 g para las muestras B. y C., respectivamente. Casares (1978) y Anderson y col. (1977) citan valores de 83,00 y 93,00 mg/100 g en espinacas frescas y crudas, respectivamente, los cuales están por debajo de nuestro mínimo (116,64 mg/100 g, tabla n°72).

La proporción más elevada de este elemento (calcio) en las tres muestras de espinacas en el mes IV, puede ser debida a que las sales insolubles de calcio no se cedan al exudado producido en la descongelación, por lo que dicho elemento quedaría retenido en mayor proporción en la muestra sólida.

Se ha realizado el análisis de los "microelementos" (Mn, Fe, Cu y Zn) en las espinacas experimentales crudas y se observan ciertas variaciones de los resultados para algunos de ellos y entre las tres muestras analizadas durante los meses del análisis. Asimismo, se apreciaba un aumento de los contenidos en el mes IV frente al mes I del estudio (tablas n°70 a n°72) que

va acompañado de una pérdida de humedad del producto (tabla n°63).

Los contenidos medios de manganeso y de hierro de las tres muestras fueron de $0,37 \pm 0,13$ y $1,29 \pm 0,06$ mg/100 g en el mes I, respectivamente, y de $0,50 \pm 0,06$ y $2,16 \pm 0,43$ mg/100 g, en el mes IV, para dichos minerales; así, el valor medio de manganeso en el primer mes se puede equiparar con lo detectado por Carrascosa y col. (1989), que fue de $0,33 \pm 0,01$ mg/100 g. Los valores extremos de nuestras muestras fueron entre 0,30 y 0,57 mg/100 g para el manganeso y entre 1,22 y 2,65 mg/100 g para el hierro.

Hay que destacar que, entre los microelementos analizados en las distintas muestras de espinacas experimentales, los contenidos de cobre se presentaron en la menor proporción con un rango de 0,16 a 0,40 mg/100 g, ambos valores en la muestra C. (tabla n°72).

Los valores de hierro fueron los más elevados, durante los meses del análisis, entre 1,22 y 2,65 mg/100 g, correspondientes a la muestra B. (tabla n°71).

En el análisis del cinc los valores están entre 0,99 mg/100 g (tabla n°71) y 1,80 mg/100 g (tabla n°72).

• Cuando se comparan los valores de los elementos minerales analizados en las espinacas experimentales crudas con los intervalos expresados por Souci y col. (1986), se aprecia que los resultados obtenidos por nosotros en el análisis de sodio,

magnesio y manganeso se encuentran dentro de dichos intervalos, mientras que los valores de hierro fueron inferiores al mínimo y de cinc superiores al máximo.

• Si comparamos los contenidos de los distintos elementos minerales en nuestras muestras experimentales con los de las marcas comerciales (recogidos en las tablas nº64 a nº72), se observan los rangos que se incluyen en el cuadro nº9.

Cuadro nº9. Valores extremos de elementos minerales en muestras crudas comerciales y experimentales obtenidos en los distintos análisis, en mg/100 g

	Tipo de muestra	
	Comerciales	Experimentales
Na	15,64 a 133,18	44,84 a 83,84
K	215,24 a 391,23	239,25 a 346,65
Mg	30,10 a 88,03	45,58 a 133,24
Ca	107,07 a 242,27	116,64 a 204,21
Mn	0,41 a 0,75	0,30 a 0,57
Fe	1,22 a 5,63	1,22 a 2,65
Cu	0,14 a 0,52	0,16 a 0,40
Zn	0,40 a 3,01	0,99 a 1,80

De aquí se deduce que, en general el rango es más amplio en las muestras comerciales que en las experimentales. Las excepciones son: el magnesio, para el que el valor máximo se encontró en muestras experimentales; entre los microelementos, el manganeso dio un mínimo inferior en las experimentales y en el caso del hierro, coinciden los dos valores mínimos.

Si se comparan con los valores recogidos en la tabla n°73, correspondiente a muestras experimentales congeladas 24 horas, se observa que excepto el magnesio de la muestra C., que ha dado el valor más bajo de todos los encontrados, los demás elementos minerales de dichas muestras se encuentran entre los límites de las muestras comerciales que presentaron un rango más amplio.

5.7.3.- ESPINACAS COMERCIALES Y EXPERIMENTALES COCIDAS

Las espinacas comerciales y experimentales cocidas (producto sólido) contienen, en general, una elevada proporción de cada uno de los elementos minerales detectados en las muestras crudas, esto es, se retiene en el producto cocido un gran porcentaje del potasio, mineral que más se cede a los líquidos de cocción (tablas n°70 a n°72), lo que puede ser debido a que dicho mineral se encuentre en el vegetal en forma de sales solubles en el agua, además de intervenir en los procesos de osmorregulación celular.

En el análisis de sodio se observa que las espinacas cocidas reflejan un mayor contenido de este elemento que el producto crudo correspondiente; esto es debido a la cantidad de NaCl (5 g) que se añadió a la muestra, en el momento de la cocción, y que es retenida mayoritariamente por el producto cocido.

Como se ha comentado anteriormente, el calcio, además del potasio, es el macroelemento que se ha detectado en mayor proporción en todas las espinacas analizadas crudas; hay que destacar que este hecho coincide con que es el mineral que más

se retiene en las espinacas cocidas, ya que en las muestras comerciales, los valores medios de retención oscilaron entre 88,33 y 106,12% y en las muestras experimentales entre 71,25 y 77,49%. Esto es debido a que el calcio puede encontrarse formando una sal insoluble como por ejemplo el oxalato cálcico, que se encuentra presente en las espinacas en gran proporción (Gorini, 1970; Repolles y Cardona, 1982; Hessayon, 1988). Asimismo, hay que destacar que dicho elemento presenta una función estructural de la pared celular, la cual durante el procesado tecnológico y culinario no se destruye.

Anderson y col. (1977) citan valores de algunos elementos minerales en espinacas cocidas y en espinacas congeladas cocidas escurridas. Así, indican en las cocidas valores de potasio de 324,0 mg/100 g y de magnesio de 63,0 mg/100 g. En nuestro análisis, el potasio osciló entre 92,67 y 210,86 mg/100 g en las muestras comerciales (tablas nº64 a nº69) y entre 105,43 y 133,33 en las experimentales (tablas nº70 a nº72); todos estos valores son inferiores a los citados por Anderson y col. (1977). Para el magnesio se encuentran valores de 21,57 a 59,88 mg/100 g en las marcas 1., 2. y 3. cocidas (tablas nº64 a nº69) y de 21,28 a 81,59 mg/100 g en las muestras A., B. y C., asimismo cocidas, siendo este último rango más amplio que el anterior y conteniendo el valor de 63,0 mg/100 g expuesto por los citados autores.

En lo que respecta al calcio, nuestros datos oscilan entre 109,30 y 223,52 en las muestras comerciales y entre 86,21 y 135,45 mg/100 g en las experimentales (tablas nº64 a nº72), y los recogidos por Anderson y col. (1977) son 93,0 mg/100 g en

muestras cocidas y 118,0 mg/100 g en espinacas congeladas cocidas, lo que coincide con nuestros valores.

Para los microelementos, Anderson y col. (1977), sólo citan la cantidad de hierro en muestras cocidas y congeladas cocidas que han sido 3,1 y 2,1 mg/100 g, respectivamente. Estos contenidos son más elevados que los de nuestras muestras que fueron de 1,04 a 3,03 mg/100 g, en las espinacas comerciales, y de 0,73 a 1,35 en la experimentales.

5.8.- TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Se ha aplicado el tratamiento estadístico a los resultados obtenidos en el análisis de las espinacas comerciales y en las experimentales en cuanto a los valores de pH y al contenido de:

- Nitratos.
- Nitritos.
- Nitritos y actividad nitrato-reductasa.
- Elementos minerales.
- Nitratos y elementos minerales.

5.8.1.- CONTENIDO DE NITRATOS

5.8.1.1.- Espinacas comerciales

Se ha aplicado el análisis de la varianza para el contenido de nitrato en las espinacas comerciales cocidas (producto sólido

y líquido de cocción), conservadas en refrigeración o congelación (tablas nº74 a nº77).

El estudio estadístico se ha realizado con el fin de observar la influencia, sobre el contenido de sales nitrogenadas, de los siguientes parámetros de diferenciación: marca, mes de análisis, días de conservación y lote; asimismo, se han estudiado las interacciones entre dichos parámetros, como son: marca y mes de análisis, marca y días de conservación, marca y lote, así como, mes de análisis y días de conservación, mes y lote y días y lote.

• Los resultados para los productos sólidos y líquidos de cocción, conservados en refrigeración se recogen en las tablas nº74 y nº75 y se aprecia que por presentar un nivel de significación menor del 5% influyen por sí solos, los parámetros de clasificación marca, días de conservación y lote, y el estudio de esta influencia queda reflejado en las gráficas nº4 a nº22.

Así, se observa que la marca 1. es la que refleja mayor contenido de nitratos, y por ello es la que se comporta de diferente forma respecto de las otras dos marcas (2. y 3.) en relación a esta variable (gráficas nº4 y nº10). Además, esta marca 1. presentó valores de pH inferiores a las otras dos marcas (gráficas nº55 y nº58).

Además, se aprecia en el cuarto y octavo día de refrigeración, una disminución significativa de estas sales (gráficas nº6 y nº11) y de los valores de pH, respecto al resto de los

refrigerados (tablas n°50 a n°52, n°94 y n°95, gráficas n°56 a n°58), tal y como se ha comprobado anteriormente. Asimismo, se observa la presencia de nitritos en estas muestras.

Cuando se estudia cada uno de los dos lotes de las distintas marcas por separado (gráficas n°7 y n°12), se corrobora que el lote 1 presenta valores de nitratos menores que el lote 2, por lo que ambos lotes en cuanto a este parámetro reflejan diferencias significativas, lo que coincide con lo reflejado anteriormente cuando se aprecia la influencia de distintos factores sobre la presencia de nitratos en los vegetales.

Además, en el estudio de la varianza de las muestras sólidas refrigeradas (tabla n°74) influye el mes de análisis, y las interacciones marca con días y días con lote. Así, durante los cuatro meses de almacenamiento, es en el cuarto mes (IV) donde se produce una disminución de estas sales de forma notable (gráfica n°5), por lo que las muestras en este último mes no se comportan de igual forma que en el resto de los meses (I, II y III).

En la gráfica n°8 se aprecia que las tres marcas analizadas presentan un comportamiento similar durante la conservación en refrigeración, llegando a contener al final de éste período valores de nitratos menores que al inicio de la conservación. También, se pone de manifiesto que en los dos primeros días de refrigeración no hay modificaciones de estas sales. En cuanto a los valores de pH se aprecia una disminución de éstos durante la refrigeración (tablas n°50 a n°52 y n°94, gráficas n°56 y n°57).

En el estudio de la interacción días de refrigeración y lote (gráfica n°9), se manifiesta un comportamiento diferente entre los dos lotes, ya que se verifica una degradación más drástica en el lote 1, pues los valores de nitratos son inferiores en el R-4 y R-8, y además, se observa que en dicho lote las muestras empiezan a degradarse antes que el lote 2, es decir, a partir del segundo día de refrigeración.

En los valores de nitratos de los líquidos de cocción refrigerados (tabla n°75) influye la interacción marca con lote (gráfica n°13), ya que la marca 1. presentó mayor contenido de estas sales en las muestras del lote 1, que las otras dos marcas analizadas, tal y como se ha comentado anteriormente. Por otra parte, estas muestras líquidas presentaron valores de pH inferiores el último mes del análisis (gráfica n°59).

• Se ha realizado el análisis de la varianza para el nitrato en las muestras cocidas sólidas (tabla n°76) y en los líquidos de cocción (tabla n°77), conservados en congelación y se ha visto que influye al nivel de significación del 5% el parámetro marca y las interacciones marca con lote y mes de análisis con lote.

Así, se observan diferencias significativas en los productos sólidos congelados de la marca 1. frente a las marcas 2. y 3. (gráfica n°14), mientras que los líquidos de cocción de las tres marcas presentan un comportamiento diferente entre ellas (gráfica n°18). Hay que destacar que tanto las muestras sólidas, como los líquidos de cocción de la marca 1. conservados en congelación son las que contienen más nitratos.

Cuando se estudia la interacción marca con lote observamos que los dos lotes presentan diferencias significativas para el nitrato, debidas principalmente en las muestras sólidas, a las marcas 1. y 3. (gráfica n°16) y en los líquidos de cocción congelados en general, a las tres marcas (gráfica n°21).

En la gráfica n°22 se aprecia que los dos lotes de las muestras líquidas presentan diferentes comportamientos en los cuatro meses de análisis, en cuanto al contenido de nitratos.

En las muestras comerciales cocidas y conservadas en congelación, se ha estudiado la interacción marca y mes de análisis (gráfica n°15) donde se observa que los meses influyen significativamente en el diferente comportamiento de las tres marcas analizadas, ya que la marca 1. presenta una disminución progresiva de los nitratos a partir del mes I; las muestras de la marca 2., aunque sufren un aumento de los valores en el mes II, lo que puede ser debido a un error en la toma de la muestra, posteriormente disminuyen en los siguientes meses; y en la marca 3. se aprecia una disminución de estas sales en el mes IV.

5.8.1.2.- Espinacas experimentales

Se ha aplicado el análisis de la varianza para el nitrato en las muestras de espinacas experimentales cocidas (productos sólidos y líquidos de cocción), conservadas en refrigeración o en congelación, y se han planteado las mismas condiciones estadísticas que en el estudio de las espinacas comerciales (tablas n°78 a n°81).

• Así, en los productos sólidos (tabla n°78) y en los líquidos de cocción (tabla n°76) refrigerados influyen al nivel de significación del 5%, por sí mismos, los parámetros marca y mes de análisis.

En el estudio se observa que las tres muestras analizadas se comportan de forma diferente, y es la muestra C. la que presenta un mayor contenido de nitratos en relación con las muestras A. y B. (gráfica n°28), siendo en el mes IV donde se encuentran los líquidos de cocción con los contenidos más altos de estas sales (gráfica n°29). Asimismo, hay que destacar que es la muestra A. la que presentó los valores de pH más bajos (gráfica n°61).

Por otra parte, en las muestras sólidas refrigeradas (tabla n°75) se ve la influencia de los días de conservación, así como las interacciones entre la marca con el mes de análisis y el mes con los distintos días de refrigeración.

Así, cuando se observa la evolución de los nitratos durante los diferentes días de conservación de los productos sólidos, se aprecia que es en el octavo día (R-8), donde las muestras sufren una disminución del contenido de estas sales (gráfica n°25), por lo que presentan un comportamiento diferente en relación al resto de los días de refrigeración; esto coincide con lo expuesto anteriormente.

Si se hace un estudio de la interacción entre la marca y el mes analizado (gráfica n°26) se corrobora lo observado en las

gráficas n°23 y n°24, donde se aprecia que los productos sólidos refrigerados de las muestras A. y B. presentan una gran similitud en los valores de nitratos entre los dos meses de análisis (I y IV), mientras que en la muestra C. en el mes IV, los resultados obtenidos son más elevados frente a los del mes I, lo que coincide con una pérdida de humedad en el último mes (90,54%) en relación al mes I (92,83%) (tabla n°63).

La interacción formada entre los parámetros mes de análisis y días de refrigeración (gráfica n°27) nos indica que en las muestras sólidas refrigeradas de las tres espinacas experimentales los valores encontrados de nitratos en el primer mes (I) comienzan a disminuir al cuarto día de conservación (R-4), mientras que en el cuarto mes del análisis (IV) es en el 2° refrigerado (R-2) cuando se produce una disminución de estas sales, y es aún más notable en el octavo día de refrigeración (R-8), tal y como se ha corroborado anteriormente.

• Los resultados del análisis de la varianza para el nitrato de las muestras experimentales cocidas y conservadas en congelación se encuentran en las tablas n°80 y n°81 y se observa que con las mismas condiciones estadísticas que en los estudios anteriores, influyen los parámetros: marca y mes de análisis.

El producto sólido congelado de la muestra C. presenta un comportamiento diferente al de las muestras A. y B., por tener el mayor contenido de nitratos; siendo la muestra A. en donde se apreció los valores inferiores de estas sales, tanto en los productos sólidos como en los líquidos de cocción. Asimismo, hay

que destacar que las tres muestras cocidas congeladas presentaron el mes IV los valores más altos de nitratos (gráficas n°31 y n°33).

5.8.1.3.- Espinacas comerciales y experimentales. Estudio comparativo

Se ha realizado el análisis de la varianza, con las mismas condiciones estadísticas que en los estudios anteriores, para el contenido de nitratos en las muestras sólidas cocidas y líquidos de cocción conservadas en refrigeración o en congelación, con el fin de comparar los dos tipos de espinacas analizadas (comerciales y experimentales), en relación con los meses I y IV del análisis y con los días de conservación desde que se cuecen (tablas n°82 a n°85).

• Así, se observa que en los productos sólidos (tabla n°82) y líquidos de cocción (tabla n°83) refrigerados influye el parámetro tipo de espinaca por sí mismo (gráficas n°34 y n°37) ya que las marcas comerciales presentan un comportamiento diferente, por contener más nitratos que las muestras experimentales.

Además, en las muestras sólidas refrigeradas se observa la influencia de los días de refrigeración (gráficas n°35 y n°36), ya que las muestras en el octavo día de conservación no tienen un comportamiento similar al de los productos sólidos refrigerados después de uno y dos días, ya que las muestras presentan

valores de nitratos inferiores los últimos días de refrigeración (R-4 y R-8), frente a los primeros días en conservación, tal y como se ha comentado anteriormente.

- Cuando se aplica el estudio estadístico a los resultados de nitratos en los productos sólidos (tabla nº84) y líquidos de cocción (tabla nº85) conservados en congelación desde que se cocieron, se aprecia la influencia del parámetro tipo de espinaca, de forma que al igual que ocurre en las muestras refrigeradas (gráficas nº34 y nº37) las espinacas comerciales no se comportan de igual manera que las experimentales, por contener estas primeras valores de nitratos más elevados (gráficas nº38 y nº39).

- Se ha aplicado el estudio estadístico contraste t de Student a los valores de nitratos en las espinacas analizadas, comerciales y experimentales con el fin de estudiar la posible existencia de diferencias entre las muestras crudas frente a las cocidas (producto sólido y líquido de cocción). Los resultados se recogen en la tabla nº86.

Así, se observa que las muestras crudas y las cocidas se comportan de distinta forma, ya que el nivel de significación fue menor del 5%, lo que corrobora lo expuesto anteriormente, pues las muestras cocidas no presentaron la totalidad de los nitratos detectados en las espinacas crudas.

5.8.2.- CONTENIDO DE NITRITOS

5.8.2.1.- Espinacas comerciales

Se ha realizado el análisis de la varianza para el contenido de nitritos en las muestras de espinacas comerciales cocidas (producto sólido y líquido de cocción) conservadas en refrigeración y se observa que al nivel de significación del 5% planteado en el estudio estadístico, influyen por sí mismos los parámetros mes de análisis y días de conservación (tablas n°87 y n°88).

Así, se aprecia que las muestras presentaron los valores de nitritos más elevados en el mes IV del análisis y en este mismo mes los productos sólidos analizados manifiestan diferencias significativas frente a las muestras de los otros tres meses (gráfica n°41); además, en los líquidos refrigerados de los meses III y IV se observa un comportamiento diferente con respecto a las muestras estudiadas en el primer mes (I) (gráfica n°44), lo que es debido al aumento de estas sales los últimos meses del análisis, y a la disminución de los valores de pH (gráfica n°59), tal y como se ha comentado anteriormente, ya que las muestras en este último mes presentaron una disminución de los valores de nitratos.

En estas muestras sólidas y líquidas refrigeradas se observa a los cuatro días la aparición de nitritos, aumentando notablemente la cantidad de estas sales al octavo día de refrigeración, por lo que las muestras en el R-8 presentan un comportamiento

diferente frente a las del R-1 y R-2 (gráficas n°42 y n°45). Hay que destacar que durante la refrigeración las muestras presentan una disminución de los valores de pH, lo que es más señalado, en los últimos días de conservación, debido a la alteración organoléptica que presentaban dichas muestras (tablas n°50 a n°52, n°94 y n°95, gráficas n°56, n°57 y n°60).

En el contenido de nitritos de los productos sólidos refrigerados influyen otros parámetros como son la marca y la interacción marca con días de conservación. Se aprecia que la marca 1. refleja mayor cantidad de nitritos (gráfica n°40) y menores de pH (tablas n°50 a n°52, gráfica n°55), que las marcas 2. y 3. por lo que se comporta de diferente forma frente a estas últimas marcas. Hay que destacar que esto coincide con que la marca 1. presentó los mayores contenidos de nitratos en relación a las otras dos marcas, tal y como se ha descrito anteriormente.

Al estudiar la interacción marca con días de conservación se observa que las espinacas refrigeradas no contienen nitritos hasta el R-2 en las tres marcas (gráfica n°43).

En las muestras líquidas, las interacciones que influyen en el contenido de nitritos que presentan, son mes con días y mes con lote. Así, en la gráfica n°46 se aprecia la influencia en la significación del 5% de la interacción mes con días y se ve que cuanto más tiempo (mes IV) están almacenadas en congelación las espinacas crudas, los líquidos de cocción correspondientes se deterioran antes (R-2) y en mayor proporción (meses III y IV), lo que coincide con valores de pH más bajos que al principio de

la conservación (tablas nº50 a nº52, gráfica nº59), lo que favorece la actuación de ciertos microorganismos, tal y como se ha comentado anteriormente.

En cuanto a la interacción mes y lote (gráfica nº47), se puede decir que aún presentando los dos lotes, prácticamente, la misma proporción de nitritos en el primer mes (I), en el lote 1 se observa un aumento significativo de estas sales en el mes III, mientras que en el lote 2, lo sufre más tarde, es decir, en el cuarto mes (IV).

5.8.2.2.- Espinacas experimentales

Se ha realizado el análisis de la varianza para el contenido de nitritos en las muestras de espinacas experimentales cocidas refrigeradas (producto sólido y líquido de cocción) y los resultados se recogen en las tablas nº89 y nº90.

En este estudio se han fijado las mismas condiciones estadísticas que en los anteriores y se observa que en el análisis del producto sólido (tabla nº86), influyen los días de refrigeración desde que se cocieron las espinacas experimentales, ya que las muestras presentan un aumento notable de nitritos al octavo día de conservación (gráfica nº48), la cual puede ser provocada por la presencia de los microorganismos presentes en las muestras alteradas organolépticamente. De igual forma, hay que destacar que los líquidos de cocción refrigerados durante 8 días (gráfica nº62) y en el último mes del análisis (gráfica

nº63) presentaron valores menores de pH que al principio de la conservación y del almacenamiento, lo que coincide con mayores contenidos de nitritos.

5.8.2.3.- Muestras comerciales y experimentales. Estudio comparativo

• Se ha aplicado el análisis de la varianza al contenido de nitritos en las muestras sólidas y líquidas refrigeradas con el fin de comparar los dos tipos de espinacas en estudio, comerciales y experimentales, en relación con los meses del análisis (I y IV) y con los días de conservación desde que se cocinaron (tablas nº91 y nº92).

En los productos sólidos refrigerados (tabla nº91) se observa la influencia en el contenido de nitritos del tipo de muestra y de los días de conservación, así como la interacción tipo y días.

Se registra un comportamiento diferente entre las espinacas comerciales y experimentales, pues las primeras contienen valores de nitritos más elevados (gráfica nº49), y es en el octavo día de refrigeración donde se aprecian estos valores superiores de estas sales, diferenciándose así las muestras del R-8 (ocho días) de las refrigeradas durante uno y dos días (R-1 y R-2) (gráfica nº50), aunque hay que destacar que ambos tipos de espinacas presentan una evolución similar en cuanto al contenido de

nitritos, ya que los valores tienden a aumentar al final de la refrigeración.

Además, en el estudio de la interacción tipo y días de refrigeración se corroboran las diferencias entre las espinacas comerciales y experimentales y se aprecia que las espinacas comerciales se degradan antes (R-2), y en mayor proporción (R-8) que las espinacas experimentales (gráfica n°51), lo que es consecuencia de un mayor contenido de nitratos y de su evolución a lo largo de los ocho días de refrigeración (gráficas n°49 y n°50). Por otro lado, los líquidos de cocción refrigerados (tabla n°92, gráfica n°52) de ambos tipos de espinacas presentan un comportamiento diferente en el mes IV del análisis frente al mes I, tal y como se ha comentado anteriormente.

5.8.2.4.- Contenido de nitritos y Actividad nitrato-reductasa en espinacas comerciales y experimentales

Se ha realizado el análisis de correlación lineal con el fin de relacionar los contenidos de nitritos y la actividad nitrato-reductasa (A.N-R) en las muestras sólidas cocidas, refrigeradas durante cuatro y ocho días desde la cocción, de las espinacas cocidas comerciales (lote 2) y experimentales, en las que se estudió dicha actividad (tabla n°93).

Así, en las muestras sólidas cocidas se obtiene un coeficiente de correlación de 0,706651, el cual puede indicar que se rechaza la linealidad (gráficas n°53 y n°54), aunque la relación

entre ambos es positiva, es decir a mayor actividad nitrato-reductasa, mayor contenido de nitritos en las muestras sólidas.

La ecuación de la recta de regresión resultó ser:

$$C = 25,8696 + 289,177 \cdot A.N-R$$

C = Valores de nitritos en las muestras sólidas.

A.N-R = Actividad nitrato-reductasa.

5.8.3.- VALORES DE pH

Se ha aplicado el análisis de la varianza a los valores de pH obtenidos al realizar el estudio de espinacas cocidas de las muestras comerciales (tablas nº94 a nº97, gráficas nº55 a nº60) y experimentales (tablas nº98 a nº101, gráficas nº61 a nº63), conservadas en refrigeración y conservación; y se han fijado las mismas condiciones estadísticas que las señaladas anteriormente en el apartado 5.8.1.

La influencia en los valores de pH de los distintos parámetros fijados queda reflejada en las tablas nº94 a nº101 y los comentarios más interesantes se señalan a lo largo de la discusión estadística, con el fin de relacionar el estudio del pH y el de sales nitrogenadas.

5.8.4.- CONTENIDO DE ELEMENTOS MINERALES

5.8.4.1.- Muestras comerciales

Se ha realizado el análisis de la varianza para el contenido de "macroelementos" (Na, K, Mg y Ca) en las espinacas comerciales y se observa la influencia al 5% de significación de la marca comercial y del estado de las muestras (crudo, cocido y líquido de cocción) (tablas n°102 a n°105).

Las muestras crudas son las que contienen un mayor porcentaje de estos minerales frente al producto cocido y a los líquidos de cocción (gráficas n°66 a n°69), excepto de sodio, ya que se adicionó en la cocción una cantidad de NaCl y que es retenida por el producto sólido cocido (gráficas n°64 y n°65).

En el análisis del sodio y del calcio se aprecia que las tres marcas presentan un comportamiento diferente entre ellas. La marca 3. es la que refleja los mayores contenidos de dichos elementos y la marca 1. los valores más bajos, tal y como se ha comentado anteriormente.

En el estudio del contenido del potasio y magnesio se observa el comportamiento diferente de la marca 1. frente a las marcas 2. y 3., de tal forma que dicha marca 1., presenta los valores más altos de potasio y los más bajos de magnesio.

Se ha realizado el estudio estadístico de los "microelementos" (Mn, Fe, Cu y Zn) en las espinacas comerciales y se aprecia

un comportamiento distinto entre el líquido de cocción y las muestras sólidas, y no se observan diferencias significativas entre el producto crudo y el sólido cocido, en cuanto a los contenidos de estos minerales (tablas n°106 a n°109, gráficas n°70 a n°73).

Así, el análisis de los porcentajes de hierro y de cinc nos indica la influencia del parámetro marca, de tal forma que las muestras de la marca 3. contienen más cantidad de hierro y las de la marca 1. de cinc.

• Además, se ha realizado el análisis de la varianza para el contenido de **macroelementos** (tablas n°110 a n°121) y **microelementos** (tablas n°122 a n°133) en las diferentes marcas de espinacas comerciales, con el fin de observar la influencia de los siguientes parámetros: lote, estado de las muestras (crudo, cocido y líquido) y meses de análisis (I y IV), al nivel de significación del 5%.

En la marca 1. el parámetro lote influye en todos los minerales analizados excepto en el sodio, así, ambos lotes se comportan de diferente forma. Hay que señalar que las muestras del lote 1 presentaron los mayores contenidos de los elementos minerales en estudio, a excepción del calcio.

En la marca 2., las muestras de ambos lotes se comportan de forma diferente para todos los minerales analizados, excepto para el contenido de potasio y de cinc, donde no se observó la influencia del parámetro lote.

De igual forma que en la marca 1., las muestras del lote 1 de la marca 2., presentaron contenidos de minerales más elevados que el lote 2. Hay que destacar que en el estudio del hierro y del cobre es el lote 2 el que mostró valores superiores.

En el estudio estadístico aplicado a los contenidos de sodio, magnesio y manganeso en las espinacas de la marca 3., se observa que las muestras del lote 1 presentaron valores mayores que las del lote 2, mientras que, respecto al resto de los elementos, no se apreciaron diferencias significativas entre ambos lotes.

En general, en las marcas 2. y 3. se detectó la influencia del mes de análisis en cuanto a los contenidos de magnesio y manganeso, en la marca 2. y de sodio, en la marca 3.

5.8.4.2.- Muestras experimentales

Se ha realizado el análisis de la varianza para los "macroelementos" en espinacas experimentales (tablas n°134 a n°137) y se observa que influye el estado crudo, cocido y líquido de cocción de las muestras, pues los líquidos de cocción presentaron los valores inferiores de los macroelementos analizados respecto al producto sólido, excepto para el potasio ya que el cocido y el líquido contenían prácticamente lo mismo. Así, el producto crudo presentó los mayores contenidos de potasio y magnesio (gráficas n°75 y n°76), el cocido de sodio (gráfica n°74) y en cuanto al calcio no se apreciaron diferencias

significativas entre ambos estados sólidos de las espinacas (gráfica n°77).

Además, hay que destacar la influencia del tipo de muestras experimentales en cuanto al contenido en potasio, ya que la muestra A. presentó contenidos más elevados que las muestras B. y C.; mientras que en el estudio del magnesio fue la muestra B. la que se comporta de diferente forma frente a las muestras A. y C.

Se ha visto la influencia del mes de análisis en el estudio del contenido de magnesio y calcio, ya que en el cuarto mes (IV) aumentaron los valores de estos minerales en las muestras.

Tras realizar el análisis de la varianza para el contenido de "microelementos" en las espinacas experimentales (tablas n°138 a n°141) se observa la influencia del estado de las muestras y del mes de análisis, ya que los líquidos de cocción presentaron contenidos más bajos de estos minerales frente al producto crudo y al sólido cocido.

En la muestra cruda se aprecian valores de manganeso (gráfica n°78) y cobre (gráfica n°80) más elevados, mientras que de hierro (gráfica n°79) y cinc (gráfica n°81) no se observan diferencias significativas en el comportamiento de los productos sólidos en cuanto a estos elementos.

A lo largo de los meses de análisis, se detecta un aumento de los valores de estos microelementos en el mes IV (crudo y

cocido), mientras que en los líquidos de cocción los contenidos se mantienen prácticamente constantes a lo largo de los 4 meses del estudio.

Hay que destacar un comportamiento diferente de la muestra A. frente a las muestras B. y C. en cuanto a los contenidos de manganeso y cinc, ya que la muestra A. presentó los valores más elevados en manganeso y los contenidos más bajos de cinc.

5.8.4.3.- Muestras comerciales y experimentales. Estudio comparativo

Se ha aplicado el análisis de la varianza para el contenido de elementos minerales en las espinacas comerciales y experimentales y se observa que al nivel de significación del 5% influyen en cuanto a los "macroelementos" analizados (tablas nº142 a nº145), el estado de la muestra (crudo, cocido y líquido de cocción), ya que se aprecian diferencias significativas en el comportamiento del crudo y del cocido frente al líquido, presentando este último menores contenidos de estos minerales, como se ha comprobado en casos anteriores.

Así, en el estudio del sodio, es el producto cocido el que presenta los contenidos más elevados de este elemento debido a la cantidad de NaCl añadido en el proceso culinario, tal y como se ha comentado anteriormente, mientras que en el análisis del potasio y magnesio, se encuentran en el producto crudo. Los valores de calcio detectados no reflejan diferencias significa-

tivas entre las muestras de espinacas en estado sólido. Esto corrobora lo expuesto en los anteriores estudios de la varianza.

Además, hay que señalar el comportamiento diferente entre las muestras comerciales y experimentales en cuanto al contenido en magnesio pues estas últimas presentaron valores más elevados en este elemento.

En el análisis de la varianza aplicado en las espinacas comerciales y experimentales, para los "microelementos" (tablas nº146 a nº149) se observa que las muestras en los distintos estados, crudo, cocido y líquido presentan comportamientos diferentes, y los valores más bajos se encuentran de nuevo en los líquidos de cocción. En cuanto al análisis de manganeso y de cobre se aprecian diferencias significativas entre ambos estados de la muestra, siendo el crudo el que presentó valores más elevados, luego la cocción al agua de cocción fue menor.

Asimismo, en relación al contenido en hierro de las muestras, hay que destacar la diferencia entre las espinacas comerciales y experimentales, ya que las primeras presentaron mayores cantidades en hierro.

Las muestras sólidas experimentales y comerciales se comportan de forma similar en cuanto a la proporción de hierro y de cinc, ya que las muestras crudas y los productos sólidos cocidos presentaron prácticamente el mismo contenido de estos minerales, tal y como se ha comentado anteriormente.

• Se ha realizado el análisis de correlación lineal para los contenidos de nitratos y de elementos minerales en espinacas comerciales y experimentales en estado crudo (tabla n°150) con el fin de estudiar las correlaciones entre los valores de las distintas variables en las muestras.

Tras el estudio se observa que los coeficientes de correlación son muy bajos, por lo que no se puede considerar que exista relación lineal entre el contenido de nitratos y el de elementos minerales. La correlación entre el contenido de nitratos en relación con el sodio, magnesio, calcio y cobre es negativa, lo que indica que a mayor proporción de estas sales nitrogenadas, menor contenido de dichos minerales.

Únicamente, se observa correlación positiva entre el cinc con el potasio, y el hierro con el sodio.

• El análisis de correlación para los contenidos de elementos minerales en las espinacas comerciales y experimentales en estado crudo demuestra que existe una relación entre éstos y los retenidos por las muestras cocidas (tabla n°151). La correlación de cada elemento consigo mismo fue alta para todos los elementos, excepto para el cobre (coeficiente de correlación (r): 0,4318) y únicamente aceptable, para el sodio y el potasio (r : 0,6758 y 0,6303, respectivamente). En el caso del sodio, aunque se adicionó NaCl para la cocción, el haber añadido igual cantidad, una vez pesada exactamente, a todas las cocciones, permite establecer la correlación entre las muestras crudas y cocidas.

Al correlacionar unos elementos minerales con otros se aprecian correlaciones positivas entre el sodio en la muestra cruda y el hierro de la cocida ($r: 0,6380$); entre el potasio en la muestra cruda y el cinc de la cocida ($r: 0,6924$); y el hierro en la muestra cruda y el sodio de la cocida ($r: 0,5896$).

Por otra parte, se observó correlación negativa entre el potasio en la muestra cruda y el calcio de la cocida, lo que da idea de que se ceden estos elementos minerales a la cocción en sentido inverso.

6.- CONCLUSIONES

6.- CONCLUSIONES

Del estudio de los resultados obtenidos y del análisis estadístico efectuado se deducen las siguientes conclusiones:

A) SALES NITROGENADAS

- 1.- Los nitratos no están distribuidos homogéneamente en cada bloque de espinacas comerciales congeladas; lo que puede justificar que existan diferencias para estas sales entre la muestra cruda y cocida, hecho que se deduce al aplicar a los resultados el estudio estadístico contraste t de Student.
- 2.- Los bloques de espinacas comerciales congeladas que componen un lote, se consideran muestras homogéneas, tal y como se comprueba con los bajos coeficientes de variación obtenidos al realizar las pruebas destinadas a comprobar dicha variable.

- 3.- El proceso de escaldado provoca una disminución notable del contenido de nitratos en relación a las espinacas frescas, y varía según la procedencia de las muestras, por lo que no es recomendable el consumo de espinacas en estado fresco.
- 4.- La proporción de nitratos en espinacas es muy variable, por lo que se comprueba la gran dispersión de resultados reflejada por los autores en la bibliografía y confirmada por las diferencias significativas observadas al aplicar el análisis de la varianza.
- 5.- El almacenamiento en congelación de las espinacas crudas, durante cuatro meses, no provoca modificaciones del contenido de nitratos, excepto para la muestra adquirida en estado fresco y denominada C., en la que estas sales aumentaron el último mes, ya que se concentraron al producirse una pérdida de humedad en dicha muestra.
- 6.- El proceso de cocción de las espinacas provoca una disminución del contenido de nitratos, que se aproxima a un 50% de cesión al agua de cocción, por lo que se recomienda consumir las espinacas cocidas, y no en estado crudo.

- 7.- Las espinacas cocidas, procedentes de las muestras conservadas en congelación durante cuatro meses, se deterioran antes que las muestras analizadas el primer mes, puesto que presentan nitritos con anterioridad en los últimos días de refrigeración.
- 8.- En el período de refrigeración de las espinacas cocidas, las sales nitrogenadas evolucionan en relación inversa, es decir cuando disminuyen los nitratos, se detecta la presencia de nitritos.
- 9.- La disminución de los nitratos en las espinacas comerciales es significativa al cuarto día de refrigeración, y es más acusada transcurridos ocho días, lo que coincide con una disminución de los valores de pH y una alteración de los caracteres organolépticos. Sin embargo, en las espinacas experimentales el menor contenido de estas sales se detecta a los ocho días de refrigeración, lo que puede ser debido al cuidadoso procesado tecnológico aplicado en el laboratorio.
- 10.- En la mayor parte de las espinacas, estudiadas durante el primer día de análisis, no se han podido cuantificar los nitritos, pero se han encontrado a nivel de trazas.

- 11.- Las espinacas comerciales cocidas son más susceptibles al deterioro durante el período de refrigeración que las experimentales, por presentar con antelación y en mayor proporción los nitritos; además, se descomponen antes que sus correspondientes líquidos de cocción.
- 12.- El contenido de nitritos en las espinacas está relacionado con la actividad nitrato-reductasa, ya que cuando se cuantifican estas sales, las muestras presentaron dicha actividad enzimática.
- 13.- Las espinacas cocidas se conservan adecuadamente durante los treinta días de congelación, con respecto al contenido en sales nitrogenadas.

B) ELEMENTOS MINERALES

- 14.- Los rangos de contenido de los distintos elementos minerales en las muestras crudas, han sido más amplios para todos los elementos en las espinacas comerciales que en las experimentales. De los macroelementos destacan el potasio y el calcio, tanto en las muestras crudas como en las cocidas de distinto origen; y de los microelementos, el hierro es el mayoritario, seguido del cinc.

- 15.- El proceso culinario provoca una baja cesión al agua de cocción de la mayoría de los minerales analizados, por lo que el producto cocido presenta prácticamente el mismo contenido de estos elementos que las espinacas crudas.

C) ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

- 16.- En las espinacas crudas, sólo existe correlación entre el sodio con el hierro y el potasio con el cinc, sin embargo los nitratos no presentan correlación significativa con ninguno de los elementos minerales analizados.
- 17.- Existe alta correlación entre el contenido de magnesio, hierro y cinc en espinacas crudas respecto a los contenidos de los mismos en las muestras cocidas, puesto que los coeficientes de correlación fueron superiores a 0,900.
- 18.- Para finalizar, tras el estudio de los resultados en cuanto a sales nitrogenadas y elementos minerales obtenidos en este trabajo de investigación, en su conjunto y como orientación al consumidor se puede señalar que:

- Las espinacas deben consumirse cocidas, ya que las crudas y por tanto aún más las frescas, aportan un alto contenido de nitratos.
- Desechar los líquidos de cocción, pues presentan gran proporción de nitratos y su valor mineral es mínimo.
- Consumir el producto cocido inmediatamente tras el proceso culinario o mantenerlo conservado en congelación.

7.- BIBLIOGRAFÍA

7.- BIBLIOGRAFÍA

- ABO-BAKR, T.M.; EL-IRAQI, S.M. y HUISSEN, M.H. (1986): "Changes in nitrate and nitrite contents of fresh egyptian vegetables during storage". Alex. Sci. Exch., Vol. 7, n°4, 515-528.
- ACAR, Y. y AHRENS, E. (1978): "The problem of amounts of nitrite and nitrate in vegetables, particularly spinach. I. Influence of nitrogen fertilization and processing to frozen spinach". Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm., 5(6), 170-174.
- ACAR, Y. y AHRENS, E. (1978a): "Problem of nitrite and nitrate in vegetables, particularly spinach. II. Influence of longterm storage in an in-store deep freeze cabinet". Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm., 5(6), 175-178.
- ACAR, Y. y AHRENS, E. (1978b): "Problem of nitrite and nitrate in vegetables, particularly spinach. III. Bacteria counts and formation of nitrite in relation to temperature". Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm., 5(6), 179-182.

- ADAMS, B.; SCHLAG, P.; FRIEDL, P.; PREUSSMANN, R. y EISEN-BRAND, G. (1989): "Proline is not useful as a chemical probe to measure nitrosation in the gastrointestinal tract of patients with gastric disorders characterised by anacidic conditions". Gut., 30, 1.068-1.075.

- ADAMS, J.B. (1978): "The inactivation and regeneration of peroxidase in relation to the high temperature-short time processing of vegetables". J. Fd. Technol., 13, 281-297.

- ADAMS, J.B. (1983): "Les exigences thermiques des fruits et légumes destinés à la congélation lors de l'opération du blanchiment". Rev. Gen. Froid., n°1, 21-25.

- ALSOBROOK, A.J.; DUPLESSIS, L.S.; HARRINGTON, J.C.; NUNN, A.J. y NUNN, J.R. (1974): "Nitrosamines in the human vaginal vault". En: N-nitroso Compounds in the Environment. Eds. P. Bogovski y E. Walker, IARC Scientific Publication, 57, IARC, Lyon, 197,201.

- AMBERGER (1974). En: (1991): Nitrates and nitrites in food and water. Ed. M.J. Hill, Ellis Horwood, Chichester. Londres.

- ANDERSON, L.; DIBBLE, M.V.; MITCHNELL, H.S. y RYNBERGEN, H.J. (1977): Nutrición humana, principios y aplicaciones. Ed. Bellaterra, S.A., Barcelona.

- ANDRE, P.; BLANC, R.; BURET, M.; CHAMBROY, Y.; DAUPLE, P.; FLANZY, C.; PELISSE, C. y VERGNIAUD, P. (1980): "Essai de conservation d'épinard, de haricot vert, de persil et de poireau au moyen de la préréfrigération par le vide, associée à des atmosphères modifiées et au froid". Pépin Hort. et Mar. Revue Horticole, n°207, 37-42.

- ANONIMO (1989): Conservación de los alimentos. COLEGIO OFICIAL DE FARMACEUTICOS de La Coruña. Boletín informativo, año VIII, n°26, 20-23.

- ANONIMO (1990): Alimentos congelados. Procesado y distribución. Instituto Internacional del Frío. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.

- ANONIMO (1991): "Los nitratos presentes en los vegetales". Eroski. Revista de consumidores vascos, n°152, junio, 16-22.

- ANSORENA, J.M. y MERINO, D.M. (1992): "Contenido en nitratos de las hortalizas. Influencia de factores genéticos y de iluminación". II Congreso Nacional de la ANQUE.

- A.O.A.C. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS) (1990): Official Methods of Analysis of the A.O.A.C. Vol. II. 15ª ed. Kenneth Helrich (ed.), Arlington, Virginia, 931.

- ARAUJO, A.C.P. y MIDIO, A.F. (1990): "Nitratos y nitritos en alimentos infantiles industrializados caseros". Alimentaria, enero-febrero, 69-75.

- ASSEMBLY OF LIFE SCIENCES (1981). En: HILL, M.J. (1991a): Nitrates and nitrites in food and water. Ed. M.J. Hill, Ellis Horwood, Chichester. Londres.

- AWORH, O.C.; BRECHT, P.E. y MINOTTI, P.L. (1978): "Nitrate and nitrite levels in fresh spinach as influenced by postharvest temperatures". J. Amer. Soc. Hort. Sci., 103 (3), 417-419.

- BALL, P.W. En: ANONIMO (1993): Flora 2ª Ed. Europea. Eds. Tutin, T.; Burges, M.; Charter, A.; Edmondson, J.; Heywood, V.; Moore, D.; Valentine, D.; Walters, S. y Webb, D., vol.1, 115.

- BARNES y MAGEE (1954). En: CROSBY, N.T. (1976): en "Nitrosamines in foodstuff". Residues Reviews, 64, 77-135.

- BARTHOLOMEW, B. y HILL, M.J. (1984): "The pharmacology of dietary nitrate and the origin of urinary nitrate". Ed. Chem. Toxicol., 22, 789-795.

- BARTSCH, H.; O'NEILL, J.K.; CASTEGNARO, M.; OKADA, M. y DAVIS, W. (1982): N-nitroso compounds: occurrence and biological effects. IARC Scientific Publications, nº 41.

- BELITZ, H.D. y GROSCH, W. (1988): Química de los alimentos. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.

- BETETA, M.A. (1986): "Conservación, congelación y control de calidad en el sector alimentación". Alimentaria, nº173, 77-80.

- BIRDSEYE (1930). En: FRIAS, I.; BRITO, G. y HARDISSON, A. (1990): "Procedimientos de conservación de los alimentos. I. El frío". Alimentaria, oct., 27-32.

- BLANC, D. y MORISOT, A. (1980): "Les nitrates d'origine agricole: leur accumulation dans la plante, leur effect sur l'environnement". Ann. Nutr. Alim., 34, 5-6, 791-806.

- BLANCO, C.; LOPEZ de SA, A. y CIRUGEDA, M^a.E. (1991): "Generalidades sobre la contaminación metálica de los alimentos: causas medioambientales de procesado y envasado". Alimentaria, junio, 25-31.

- BLUMENTHAL, A.; MEIER, M. y VON KANER, B. (1988): "Zu Nährstoffgehalten tischfertiger Nahrungsmittel. 2. Mitteilung. Zu den Gehalten an Magnesium und Spurelementent frischer und industriell versarbeiteter Bohnen, Erbsen und Blattspinat vor und nach haushalt-und grousskuchenmassiger zubereitung". Alimenta, 20, 45-50.

- BOE (BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO) (1975): Código alimentario Español, capítulo IV. Madrid.

- BOMAR, M.T. y WEDLER, A.M. (1980): "Bacteriological aspects of keeping warm freshly prepared spinach. Relation between bacterial counts and nitrate-reduction". Nutr. Metab. 24(2), 65-75.

- BOMBEN, J.L. (1976): "Vibratory blancher-cooler saves water heat and wastes". Food Engineering, 48(7), 37.

- BOSCH BOSCH, N. (1985): Nitratos y nitritos en productos vegetales y sus modificaciones por la cocción. Tesis doctoral. Facultad de Farmacia. U.C.M.

- BOSCH, N. y GARCIA, R. (1988): "Los nitratos en los vegetales y en su agua de cocción". Anal. Bromatol., XL-2, 257-264.

- BOSS, P.M.J.; VAN DEN BRANDT, P.A.; WEDEL, M. y OCKHUIZEN, T.H. (1988): "The reproducibility of the conversión of nitrate to nitrite in human saliva after a nitrate load". Fd. Chem. Toxicol., 26, 93-97.

- BRADLEY, G.A. (1975): "Effect of plant spacing nitrogen and cultivar on spinach (*Spinacia oleracea* L.) yield and quality". J. Amer. Hort. Sci., 100(1), 45-48.

- BRENNAN, J.; BUTTERS, J.R.; COWELL, N.D. y LILLY, A.E.V. (1980): Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza.

- BROWN, G.E.; BOMBEN, J.L.; DIETRICH, W.C.; HUDSON, J.S. y FARKAS, D.F. (1974): "A reduced effluent blanch-cooling method using a vibratory conveyor". J. of Food Sci., Vol. 39, 696-700.

- BUSS, D.; TYLER, H.; BARBER, S. y CRAWLEY, H. (1987): Manual de nutrición. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.

- CABINPLANT INTERNACIONAL (1985): "Cabinplant's new blancher coolers". Food Trade Review, 55(8), 338.

- CABOCHE, M. y ROUZE, P. (1990): "Nitrate-reductase: a target for molecular and cellular studies in higher plants". Trends Genet., 6, 187-192.

- CALMELS, S.; OHSHIMA, H. y BARTSCH, H. (1988): "Nitrosamines formation by denitrifying and non-denitrifying bacteria: implication of nitrite-reductase and nitrate-reductase in nitrosation catalysis". J. Gen. Microbiol., 134, 221-226.

- CALMELS, S.; OHSHIMA, H.; VINCENT, P.; GOUNOT, A.M. y BARTSCH, H. (1985): "Screening of microorganisms for nitrosation catalysis at pH 7 and kinetics studies on nitrosamine formation from secondary amines by *E. coli* strains". Carcinogenesis, 6, 911-915.

- CALDENTEY, P. (1993): Comercialización de productos agrarios. Ed. Agrícola Española, S.A. Madrid. 4ª edición.

- CAMPBELL, W.H. (1988): "Nitrate-reductase and its role in nitrate assimilation in plants". Physiol. Plant., 74, 214-219.

- CANET, W. (1986): "Congelación de vegetales III". Alimentación, equipos y tecnología, septiembre-octubre, 77-91.

- CANET, W. y ESPINOSA, J. (1983): "Influencia del proceso de congelación sobre la textura de vegetales. Efecto del escaldado y la velocidad de congelación sobre la textura de zanahoria". Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment., 23(4), 531-540.

- CANO, P. y FUSTER, C. (1988): "Congelación de productos vegetales". Ibérica, actualidad tecnológica, marzo, nº296, 123-129.

- CARRASCOSA, C.P.; FARRE, R. y LAGARDA, M.J. (1989): "Influencia de la congelación en el contenido mineral de las espinacas". I Congreso Nacional de Alimentación Nutrición y Dietética. Ministerio de Sanidad y Consumo. Publicaciones, Documentación y Biblioteca.

- CASARES LOPEZ, R. (1978): Tratado de Bromatología. 5ª Edición, Imp. Aguirre Camparo. Madrid.

- CAUSERET, J. (1984): "Nitrates, nitrites, nitrosamines: apports alimentaires et santé". Ann. Fals. Exp. Chim., 77, 826, 133-151.

- CHATTERJEE, C.; NAUTIYAL, N. y AGARWALA, S.C. (1985): "Metabolic changes in mustard plants associated with molybdenum deficiency". New Phytologist., 100, 511-518.

- CHAUX, C. (1972): "Productions légumières". J.B. Baillière et fills, París, 9ª ed.

- CHEN, V.; ABU-ELYAZEED, R.; ZAVALA, D.; HAENSZEL, W.; KTSANES, V.; RICE, J.; CUELLO, C.; MONTES, G. y CORREA, P. (1990): "Risk factors of gastric precancerous lesions in a risk colombian population. II. Nitrate and nitrite". Nutr. Cancer, 13, 67-72.

- CHEREL, I.; GONNEAU, M.; MEYER, C.; PELS, F. y CABOCHE, M. (1990): "Biochemical and immunological characterization of nitrate-reductase deficient in a mutants of *Nicotiana plumbaginifolia*". Plant Physiol., 92, 659-665.

- CHRISTY, M.; BROWN, J.R. y SMITH, G.R. (1973): Nitrate in soils and plants. Science and Technology Guide, University of Missouri, Columbia Extension Division.

- CID, C.; BELLO, J. y ASTIASARAN, I. (1990): "Repercusión de diferentes tipos de tratamientos de cocción en el contenido de vitamina C de las verduras". Alimentaria, enero-febrero, 21-24.

- CLAPP, N.K.; TYNDALL, R.L.; SATTERFIELD, L.C.; KLIMA, W.C. y BOWLES, N.D. (1978): "Selective sex related modification of diethylnitrosamine induced carcinogenesis in mice by concomitant administration of butylated hydroxitolueno". J. Natl. cancer inst., 61, 177-182.

- CLARK, R.B. (1984): "Physiological aspects of calcium, magnesium and molybdenum deficiencies in plants". Agronomy, 12, 99-170.

- CLAUSEN, W. (1986): "Influence of fruit load and environmental factors of nitrate-reductase activity and on concentration of nitrate and carbohydrates in leaves of eggplant (*solanum melogena*)". Physiol. Plant., 67, 73-80.

- COÏC, Y. y LESAINT, CH. (1980): "Sur le déterminisme de l'accumulation des nitrates dans les organes végétaux". Ann. Nutr. Alim., 34, 929-936.

- CONTRERAS, M.J. y MONTES, M.J. (1994): "Estudio del contenido en nitratos y nitritos en menús de guarderías de Burgos". Alimentaria, abril, 27-35.

- CORREA, P.; HAENSZEL, W.; CUELO, C.; TANNENBAUM, S. y ARCHER, M.A. (1975): "Model for gastric cancer epidemiology". Lancet, ii, 58-60.

- CORSI, I.; PAPI, P. y ZANASI, F. (1981): "Indagini sulla presenza e formazione di nitriti in vegetali freschi e surgelati". Rivista della Societa Italiana di Scienza dell'Alimentazione, 10(5), 317-320.

- CROSBY, N.T. (1976): "Nitrosamines in foodstuffs". Residue Reviews, 64, 77-135.

- DALLING, M.J.; TOLBERT, N.E. y HAGEMAN, R.H. (1972): "Intracellular localization of nitrate-reductase and nitrite-reductase. i) Spinach and Tobacco leaves". Biochim. Biophys. Acta, 283, 505-512.

- DE FERNICOLA, N. (1989): "Metahemoglobinemia infantil causada por nitratos". Bol. Of. Sanit. Panam., 106(1), 32-40.

- DE LA TORRE, M.C. ; PADROS, R.B. e IBARS, A.M. (1983): "Nitratos y nitritos en la alimentación infantil: riesgos de su ingesta". Alimentaria, 31-35.

- DENG, M.D.; MOUREAUX, T.; LEYDECKER, M.T. y CABOCHE, M. (1990): "Nitrate-reductase expression is under the control of a circadian rhythm and is light inducible in *Nicotiana tabacum* leaves". Planta, 180, 257-261.

- DEROCHE, M.E. y BABALAR, M. (1987): "In vitro nitrate-reductase activities in different organs of lucerne (*Medicago sativa*) plants: effects of combined nitrogen during first vegetative growth and after shoot harvest". Physiol. Plant., 78, 90-98.

- DHILLON, K.S.; YAGODDEEN, B.A. y PLESHKOV, A.C. (1983): "Micronutrients and nitrogen metabolism. I. Effect of different levels of micronutrients on nitrogen constituents in maize plants". Plant and Soil, 73, 355.

- DIEM, K. y LENTNER, C. (1975): Tablas científicas. 7ª Edición. Geigy División Farmacéutica. Barcelona.

- DIKUN, P.P. (1976): Group evaluation of volatile and non-volatile N-nitroso compounds in foods-tuffs. IARC. Scientific Publications, 14, 57-62. En: GOMEZ-GUILLEN, M.C. (1991): "Nitrosaminas en pescados". Alimentaria, (28) 228, 25-31.

- DIRECCION GENERAL DE COMERCIO INTERIOR (1988): "Envases y embalajes en el sector alimentario". Colección Estudios 38, Madrid. En: HOLDSWORTH, S.D. (1988): Conservación de frutas y hortalizas. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.

- DOMINGUEZ, P.G. (1994): "Contenido de nitratos en vegetales cultivados en la provincia de Valencia". Alimentaria, febrero, 49-51.

- DONATH, E. (1992): Elaboración artesanal de frutas y hortalizas. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.

- ECHANIZ, B.; ALONSO, A. y MARTINEZ, M.D. (1990): "Contenido de nitratos en lechugas cultivadas en Guipúzcoa. Análisis de 87 casos". Alimentaria, septiembre, 47-51.

- EDWARDS, M. y HALL, M. (1988): "Freezing for quality". Food manufactured, (3), 41-45.

- EISENBRAND, G.; SPIEGELHARDER, B. y PREUSSMAN, R. (1980): "Nitrate and nitrite in saliva". Oncology, 37, 227-231.

- EISENBRAND, G.; UNGERER, U. y PREUSSMANN, R. (1974): "Rapid formation of carcinogenic N-nitrosamines by interaction of nitrite with fungicides derived from dithiocarbamic acid in vitro under stimulated gastric conditions and in vivo in the rat stomach". Fd. Cosmet. Toxicol., 12, 2, 229-232.

- ELLEN, G. y SCHULLER, P. (1982): "Non volatile N-nitrosamines detected in blood and urine from patients ingesting daily large amounts of ammonium nitrate". Food Chem. Toxicol., 20, 879-882.

- FAO/OMS (1978): Nitrates, nitrites and N-nitroso compounds. Environmental Health Criteria, 5, 1-107.

- FARRE, R. y FRIGOLA, A. (1987): "Nitratos: aspectos bromatológicos, toxicológicos y analíticos". Alimentaria, enero, 15-21.

- FENNEMA, O.R. (1976): "The U.S. frozen food industry 1776-1976". J. Food Technol., 30(6), 55-61,68.

- FERSINI, A. (1976): Horticultura práctica. Ed. Diana, México, 2ª edición.

- FINE, D.H.; ROSS, R.; ROUNBEHLER, D.P.; SILVER-GLEID, A. y SONG, L. (1977): "Formation in vivo of volatile N-nitrosamines in man after ingestion of cooked bacon and spinach". Nature, 265, 753-755.

- FISHER, P. y BENDER, A. (1972): Valor nutritivo de los alimentos. Ed. Limusa-Wiley, S.A., México.

- FUSTER, C. y PRESTAMO, G. (1980): XV International Congress of Refrigeration, Venecia, 23-29 septiembre, 1979. Proc. XV Int. Cong. Refrig., Vol. 3, 969-975.

- FRIAS, I.; BRITO, G. y HARDISSON, A. (1990): "Procedimientos de conservación de los alimentos. I. El frío". Alimentaria, octubre, 27-32.

- FRITSCH, P. y SAINT BLANQUAT DE, G. (1985): "La pollution par les nitrates". La Recherche, 16, 1.106-1.115.

- FRITSCH, P. y SAINT BLANQUAT DE, G. (1990): "Nitratos, nitritos y nitrosaminas". En: Toxicología y Seguridad de los alimentos. J. Derache (coord.), Ed. Omega, Barcelona, 238-247.

- FRITSCH, P. y SAINT BLANQUAT DE, G. (1992): "Les nitrates et les nitrites, apports alimentaires et leur devenir". Sci. des Alim., 12, 563-578.

- FROUIN, A.; JONDEAU, D. y JOANNES, M. (1980): "Dosage des nitrates et des nitrites dans les produits animaux". Ann. Nutr. Alim., 34, 5-6, 765-778.

- GARCIA MATA, M. (1985): Nitratos y nitritos residuales en embutidos (chorizo). Influencia de los tratamientos culinarios en su contenido. Tesis doctoral. Facultad de Farmacia. U.C.M.

- GARCIA, R.M. (1990): Alimentación humana. Errores y sus consecuencias. Ed. Mundi-Prensa, S.A., Madrid.

- GARCIA, R. y BOSCH, N. (1988): "Aspectos toxicológicos de la presencia de nitratos y nitritos en los productos hortícolas cocidos y en su agua de cocción". Alimentaria, abril, 71-75.

- GARCIA, R. y BOSCH, N. (1988a): "Ingestión de nitratos procedentes de productos hortícolas y su incidencia toxicológica". Alimentaria, abril, 76-78.

- GARCIA, R. y HERNANDEZ, A. (1989): "Fuentes, presencia y riesgo de los nitratos y nitritos. Situación en Cuba". Alimentaria, enero-febrero, 67-71.

- GOEPFER, J.M. (1985): Ecología microbiana de los alimentos. 2ª Edición, Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.

- GOMEZ-GUILLEN, M^a.C. (1991): "Nitrosaminas en pescados. Problemática y metodología analítica". Alimentaria, 28(228), 25-31.

- GONZALEZ, A.R. y MARX, D.B. (1983): "Effect of gibberellic acid on yield and quality of fallharvested and overwintered spinach". J. Amer. Soc. Hort. Sci., 108(4), 647-651.

- GORINI, F. (1970): El cultivo de la espinaca. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.

- GRANLI, T.; DAHL, R.; BRODIN, P. y BOCKMAN, O.C. (1989): "Nitrate and nitrite concentrations in human saliva: variations with salivary flow rate". Fd. Chem. Toxicol., 27, 675-680.

- GRANT, B.R., ATKINS, C.A. Y CANVIN, D.T. (1970): "Intracellular localization of nitrate-reductase and nitrite-reductase in spinach and sunflower leaves". Plants, 94, 60-72.

- GREEN, L.C.; WAGNER, D.A.; RUIZ DE LUZURRIAGA, K.; ISTFAN, N.; YOUNG, V.R. y TANNENBAUM, S.R. (1981): "Nitrate biosynthesis in man". Proc. Nat. Acad. Sci., 678, 7.764-7.768.

- GUERRERO, M.G.; VEGA, J.M. y LOSADA, M. (1981): "The assimilatory nitrate-reducing system and its regulation". Ann. Rev. Plant Physiol., 32, 169-204.

- GUPTA, U.C. (1991): "Borom, molybdenum and selenium status in different plants parts in forage legumes and vegetables crops". J. of Plant. Nutr., 14(6), 613-621.

- GUPTA, U.C. y LIPSSET, T. (1981): "Molybdenum in soils plants and animals". Advances in Agronomy, 34, 73-115.

- HARRIS, R.S. y KARMAS, E. (1975): Nutritional evaluation of food processing. AVI Publishing Company, Wesport, Conneticut, 2nd Edition.

- HARTMAN, P.E. (1982): "Nitrates and nitrites: ingestión, pharmacodynamics and toxicology". En: Chemical Mutagens. Vol. 7, F.J. de Serres y A. Hollander (eds.), Plenum, 211-293.

- HEISLER, E.G.; SICILIANO, J.; KRULICK, S.; FEINBERG, J. y SCHWARTZ, J.H. (1974): "Changes in nitrite and nitrate content and search nitrosamines in storage-abused spinach and beets". J. Agric. Ed. Chem., 22, 6, 1.029-1.032.

- HERRMANN, K. (1977): Alimentos congelados. Tecnología y comercialización. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.

- HESSAYON, D.G. (1988): Manual de Horticultura. Ed. Blume, S.A., Barcelona, 92-94.

- HEWITT, E.J. (1975): Assimilatory nitrate-nitrite reduction. Ann. Rev. Plant. Physiol., 26, 73-100.

- HILL, M.J. (1991): "Bacterial N-nitrosation and gastric carcinogenesis in humans". Ital. J. Gastroenterol., 23, 17-23.

- HILL, M.J. (1991a): Nitrates and nitrites in food and water. Ed. M.J. Hill, Ellis Horwood, Chichester, Londres, 163-193.

- HILL, M.J.; HAWKSWORTH, G.M. y TATTERSALL, G. (1973): "Bacterial, nitrosamines and cancer of the stomach". Brit. J. Cancer, 28, 526-567.

- HOCHSTEIN, L.I. y TOMLINSON, G.A. (1988): "The enzymes associated with denitrification". Ann. Rev. Microbiol., 42, 231-261.

- HOFF, T.; STUMMANN, B.M. y HENNINGSEN, K.W. (1992): "Structure, function and regulation of nitrate-reductase in higher plants". Physiol. Plant., 84, 616-624.

- HOLDSWORTH, S.D. (1988): Conservación de frutas y hortalizas. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.

- INVUFLEC (Institut National de Vulgarisation pour les fruits, légumes et champignons) (1970): La espinaca: economía, producción y comercialización. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.

- IRESCO (1976): Legislación española y problemática del envase y embalaje de los productos alimenticios. Serie Documentación en Alimentación y Agricultura, nº 85, Paris.

- JARA, F. de la. (1988): "La comercialización agroalimentaria en España". MAPA, Servicio de Extensión Agraria, Madrid.

- JAWORSKI, E.G. (1971): "Nitrate-reductase assay in intact plants tissues". Biochem. Biophys. Res. Comm., 43(6), 1.274-1.279.

- JOURDAN, C. (1984): "L'épinard de conserve". Cultivar, nº169, 116-117.

- KAMACHI, K.; AMEMIYA, Y.; OGURA, N. y NAKAGAWA, H. (1987):
"Immuno-gold localization of nitrate-reductase in spinach
(*Spinacia oleracea* L.) leaves". Plant Cell Physiol., 28(2),
333-338.

- KATSABOXAKIS, K.Z. (1984): Thermal procesing and quality of
foods. Ed. P. Zauthen, J.C. Chef él y otros, 559-565. Elsevier
Applied Science Publishers, London, N.Y.

- KEEFER, L.K. (1976): Promotion of N-nitrosation reactions by
metals complexes. International Agencyl for Research on Cancer
(I.A.R.C.) Lyon, France, 14, 153.

- KEEFER, L.K. y ROLLER, R. (1973). En: CROSBY, N.T. (1976):
"Nitrosamines in foodstuffs". Residues Reviews, 64, 77-135.

- KENIS, J.D.; SILVENTE, S.T.; LUNA, C.M. y CAMPBELL, W.H.
(1992): "Induction of nitrate-reductase in detached corn
leaves. The effect of the age of the leaves". Physiol. Plant.,
85, 49-56.

- KLEIN, D. y DEBRY, G. (1981): "Les composés N-nitroses: ocu-
rrence et formation". Cah. Nutr. Diet. XVI,(2),89-108.

- KLEINHOF, A. y WARNER, R.L. (1990): "Advances in nitrate
assimilation". En: The biochemistry of plants. A comprehensive
treatise. Eds. B.J. Mifflin y P.J. Lea. Vol. 16, 89-114.

- KIESE, M. y WEGER, N. (1969): "Formation of ferrihaemoglobin with aminophenols in the human for treatment of cyanide poisoning". Eur. J. Pharmacol., 7, 97-105.

- KITCHEN y col. (1964). En: INVUFLEC (Institut National de Vulgarisation pour les fruits, légumes et champignons) (1970): La espinaca: economía, producción y comercialización. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.

- KOSAKA, H.; IMAIZUMI, K.; IMAI, K. y TYUMA, I. (1979): "Stoichiometry of the reaction of oxyhemoglobin with nitrite". Biochim. Biophys. Acta, 581, 184-188.

- KOZLOWSKI, A.V.: "Is it necessary to blanch all vegetables before freezing?". En: ANONIMO (1977): Congélation, conservation à l'état congelé et lyophilisation. Institut International du Froid. Paris.

- KRAMER, S.P.; JOHNSON, J.L.; RIBEIRO, A.A.; MILLINGTON, D.S. y RAJAGOPALAN, K.V. (1987): "The structure of the molybdenum cofactor". J. Biol. Chem., 262, 16.357-17.363.

- KUBO, Y.; OGURA, N. y NAKAGAWA, H. (1988): "Limited proteolysis of the nitrate-reductase from spinach leaves". J. Biol. Chem., 263(36), 19.684-19.689.

- LAZAR, M.E.; LUND, B. y DIETRICH, W.C. (1971): "A new concept in blanching IQB". Food Technol., 25, 684-686.

- LEACH, S.A.; CHALLIS, B.; COOK, A.R.; HILL, M. y THOMPSON, M. (1985): "Bacterial catalysis of the N-nitrosation of secondary amines". Trans. Biochem. Soc., 13, 380-381.

- LEAF, C.D.; VECCHIO, A.J.; ROE, D.A. y HOTCHKISS, J.H. (1987): "Influence of ascorbic acid dose on N-nitroso compound formation in humans". Carcinogenesis, 8, 791-795.

- LEE, C.Y.; SHALLENBERGER, R.S.; DOWNING, D.L.; STOEWSAND, G.S. y PECK, N.M. (1971): "Nitrate and nitrite nitrogen in fresh, stored and processed table beets and spinach from different levels of field nitrogen fertilisation". J. Sci. Fd. Agric., Vol. 22, febrero, 90-92.

- LEE, D.H.Q. (1970): "Nitrites and metahemoglobinaemia". Environ. Res., 3, (5-6), 484-511.

- LICHT, W.R.; SCHULTZ, D.S.; FOX, J.G.; TANNENBAUM, S.R. y DEEN, W.M. (1986): "Mechanisms of nitrite loss from the stomach". Carcinogenesis, 7, 1.681-1.687.

- LIN, J.K. y YEN, J.Y. (1980): "Changes in the nitrate and nitrite contents of fresh vegetables during cultivation and post-harvest storage". Fd. Cosmet. Toxicol., 18(6), 597-603.

- LOPEZ-ANDREU, F.J.; MOLLA, E.; FERNANDEZ, M. y ESTEBAN, R.M. (1988): "Conservación en frío en Berenjenas. Modificaciones de su calidad". Alimentaria, nº192, 31-36.

- MACEDA, A. (1991): "El valor real de la fecha de durabilidad de los alimentos. Límites y riesgos en la venta". Alimentaria, noviembre, 113-116.

- MAFART, P. (1993): Ingeniería industrial alimentaria. Vol. I. Procesos físicos de conservación. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.

- MAGEE, P.N. y BARNES, J.M. (1956): "The production of malignant primary hepatic tumors in the rat by feeding dimethylnitrosamine". Brit. J. Cancer., 10, 114-122.

- MAI, J.; McDONALD, R. y WEDRAL, E.R. (1986): Composition containing tea extract. European Patent Application, 169,347.

- MAKI, H.; YAMAGISHI, K.; SATO, T.; OGURA, N. y NAKAGAWA, H. (1986): "Regulatory mechanism of nitrate-reductase in cultured spinach cells studied by an enzyme-linked immunosorbent assay". Plant Physiol., 82, 739-741.

- MALAGELADA, J.R.; ROBERTSON, J.S.; BROWN, M.L.; REMINGTON, M.; DUEÑES, J.; THONFORDE, G.M. y CARRYER, P.W. (1984): "Intestinal transit of solid and liquid components of a meal in health". Gastroenterol., 87, 1.255-1.263.

- MAROTO, J.V. (1989): Horticultura herbácea especial. Ed. Mundi-Prensa, S.A., Madrid, 3ª edición.

- MAROTO, J.V. (1990): Elementos de horticultura general. Ed. Mundi-Prensa, S.A., Madrid.

- MARTIN, S. y SACO, D. (1989a): "Efecto del aporte de molibdeno sobre el crecimiento y actividad nitrato-reductasa de *P. vulgaris*". An. Edalf. Agrobiol., 48, 161-174.

- MARTINEZ, M.C.; MASOUD, T.A. y TORIJA, M.E. (1979): "Determinación de cobre y hierro en hortalizas por absorción atómica". An. Bromatol., XXXI(2), 189-193.

- MARTINOIA, E.; HECK, V. y WIEMKEN, A. (1981): "Vacuoles as storage compartments for nitrate in barley leaves". Nature, Lond. 289, 292-294.

- MAYER, E.A.; THOMSON, J.B.; JEHN, D.; REEDY, T.; ELASHOFF, J.; DEVENY, C. y MEYER, J.H. (1984): "Gastric emptying and sieving of solid food and pancreatic and biliary secretions after solid meals in patients with non resective ulcer surgery". Gastroenterol., 87, 1.264-1.271.

- MAYO LARREA, X.; MUTUBERRIA DAGUER, J.R. y MURO ERREGUERENA, J. (1992): "Influencia del abonado nitrogenado en el contenido de nitratos en lechugas de invierno". II Congreso Internacional de la ANQUE.

- MENGEL, K. y KIRKBY, E.A. (1984): "Nitrogen N in physiology". En: Principles of Plant Nutrition. Eds: International Potash Institute.-P.O. Box, GH-3048. Worblaufen-Bern, Switzerland.

- MILLS, H.A.; BARKER, A.V. y MAYNARD, D.N. (1976): "Effects of nitrapyrin on nitrate accumulation in spinach". J. Am. Soc. Hortic. Sci., 101, 202-204.

- MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO (1985): Secretaría General para el Consumo. Dirección General de Control y Análisis de la Calidad. "Análisis de elementos". Métodos oficiales y recomendados por el Centro de Investigación y Control de la Calidad. Ed. Servicio de Publicaciones, Ministerio de Sanidad y Consumo, Madrid.

- MORELL, M^a. J. (1991): "El escaldado en las industrias agroalimentarias". Alimentaria, marzo, 57-60.

- MORENO, B. (1991): "La higiene en los establecimientos de venta de alimentos". Alimentaria, septiembre, 25-30.

- MUELLER, R.L. y HENNINGER, H. (1985): "The gastric mucous gel-an endogenous nitrate reservoir". Zbl. Bakt. b., 181.

- MULLER, G. (1981): Microbiología de los alimentos vegetales. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.

- MUÑOZ-DELGADO, J.A. (1985): Refrigeración y congelación de alimentos vegetales. Fundación Española de la nutrición. Series informes nº2, julio, 88.

- NAKAGAWA, H.; YONEMURA, Y.; YAMAMOTO, H.; SOTO, T.; OGURA, N. y SATO, R. (1985): "Spinach Nitrate-reductase: purification, molecular weight and subunit composition". Plant Physiol., 77, 124-128.

- NAVAS, M.J.; HERRADOR, M.A. y JIMENEZ, A.M. (1984): "Elementos traza en alimentos". Alimentaria, (153), 61-66.

- NORMA AFNOR: NF.V. 04.409 (1974). Dètermination de la teneur en nitrites (Méthode de référence). Viandes et produits à base de viande.

- NORMA AFNOR: NF.V. 04.410 (1974). Dètermination de la teneur en nitrates (Méthode de référence). Viandes et produits à base de viande.

- NOTTON, B.A.; FIDO, R.J.; WHITFORD, P.N. y BARBER, M.J. (1989): "Effect of proteolysis on partial activities and immunological reactivity of spinach nitrate-reductase". Phytochemistry, 28, 2.261-2.266.

- OHSHIMA, H.; CALMELS, S.; PIGNATELLI, B.; VINCENT, P. y BARTSCH, H. (1987): "N-nitrosamines formation in urinary-tract infection". En: The relevance of N-nitroso compounds to human cancer: exposures and mechanisms, Eds. H. Bartsch, I. O'Neill y R. Schulte-Hermann, IARC Scientific Publication, 84, 384-390.

- OHSHIME y col. (1982). En: WARD, F.W.; COATES, M.E.; COLE, C.B. y FULLER, R. (1990): "Effect of dietary fats on endogenous formation of N-nitrosamines from nitrate in germ free and conventional rats and harbounzing a human flora". Food Additives and Contaminants, 7(5), 597-604.

- OLDAY, F.C.; BARKER, A.V. y MAYNARD, D.N. (1976): "A physiological basis for different patterns of nitrate accumulation in two spinach cultivars". J. of the Amer. Soc. for Hort. Sci., 101, 217-219.

- PACKER, P.J.; LEACH, S.A.; DUNCAN, S.N.; THOMPSON, M.H. y HILL, M.J. (1989): "The effect of different sources of nitrate exposure on urinary recovery in humans and its relevance to the methods of estimating nitrate exposure in epidemiological studies". Carcinogenesis, 10, 1.989-1.994.

- PALLOTTI, G.; BENCIVENGA, B.; COLAIORI, G; CONSOLINO, A. y PORROZI, G. (1980): "Il problema dei nitrate e dei nitriti in alimenti vegetali". Industrie alimentari, 495-498.

- PAYNE, W.J. (1973): "Reduction of nitrogenous oxides by microorganisms". Bacteriol. Rev. 37, 409-452.

- PEDRAL, J. y GUTIERREZ, B. En: CASTRAVIEJO, S. y col. (1990) Flora Ibérica, Vol.II,503. Servicio de Publicaciones del C.S.I.C. Madrid.

- PELT, J.M. (1994): Historia y ciencia de las hortalizas. Celeste Ediciones. Madrid.

- PENSABENE, J.W.; FIDDELER, W.; GATES, R.A.; FAGAN, J.C. y WASSERMAN, A.E. (1974): "Effect of drying and other cooking conditions on nitrosopyrrolidine formation in bacon". J. Food Sci. 39,314-316.

- PHILIPPON, J. (1984): "Méthodes de blanchiment-refroidissement des légumes destinés à la congélation. Revue bibliographique". Sci. des Alim., 4(4), 523-550.

- PHILIPPON, J. y ROUET-MAYER, M. (1984): "Blanchiment et qualité des légumes et des fruits surgelés. Revue. I. Introduction et aspects enzymatiques". International Journal of Refrigeration, 384-388.

- PHILIPPON, J. (1992): "Escaldado-enfriamiento de hortalizas con destino a la congelación". Alimentación, equipos y tecnología, noviembre, nº9, 41-44.

- PHILLIPS, W.E.J. (1968a): "Changes in the nitrate and nitrite contents of fresh and processed spinach during storage". J. Agric. Food Chem., 16(1), 88-91.

- PHILLIPS, W.E.J. (1971): "Naturally occurring nitrate and nitrite in foods in relation to infant methemoglobinaemia". Food Cosmet. Toxicol., 9, 219-228.

- PRESIDENCIA DEL GOBIERNO (1986). Orden de 24 de marzo por la que se aprueba la norma de calidad para las espinacas destinadas al mercado interior. ("BOE" núm. 78, de 1 de abril de 1986).

- PRESTON-MARTIN, S. y HENDERSON, B.E. (1984): "N-nitroso compounds and human intracranial tumours". IARC Scientific Publication, n°57. Lyon, 887-894.

- PRICE, C.A.; CLARK, H.E. y FUNKHOVSE, E.A. (1983): "Funciones de los micronutrientes en las plantas". En: Micronutrientes en Agricultura. Eds. J.J. Mortverdt, P.M. Giordano y W.L. Lindsay, 253-266. AGT Editor, México.

- RAPPAPORT, L. y SACHS, R.M. (1976): Physiology of cultivated plants. Davis. Univ. of California.

- RAUSA, G. y ZABEO, L. (1972): "The importance of nitrate and nitrite contents in fresh or frozen spinach in the hygiene of foods". Igiene Moderna, 12, 584-612.

- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (1992): Diccionario de la Lengua Española. Ed. Espasa-Calpe, S.A., Madrid, 21ª Edición.

- REED, P.I.; SMITH, P.L.; HAINES, K. (1981): "Gastric juice N-nitrosamines in health and gastroduodenal disease". Lancet, ii, 550-552.

- REPOLLES, J. y CARDONA, L. (1982): El maravilloso mundo de las hierbas. Ediciones Dalman Socias. Editors S.A., Barcelona.

- RESENDE, R.; FRANCIS, F.J. y STUMBO, C.R. (1969): "Thermal destruction of enzymes in green bean and spinach pureé". Food Technol., 23(1), 63-69.

- RICHARSON, W.D. (1909) J. Am. Che. Soc.. En: DE LA TORRE, M^aC.; BARTOLOME, R. y ALONSO, M. (1983): "Nitratos y nitritos en la alimentación infantil: riesgos de su ingesta". Alimentaria, 31-35.

- ROBERTS, T.A. y DAINITY, R.H. (1988): "Nitrite and nitrate as food additives: rationale and mode of action". En: HILL, M.J. (1991): Nitrates and nitrites in food and water. Ed. M.J. Hill, Ellis Horwood, Chichester, Londres, 113-124.

- RUDELL, W.S.J.; BLENDIS, L.M. y WALTERS, C.L. (1977): "Nitrite and thiocyanate found in the fasting and secreting stomachs and in saliva". Gut., 18, 73-77.

- RUDELL, W.S.J.; BONE, E.S.; HILL, M.I.; BLENDIS, L.M. y WALTERS, C.L. (1976): "Gastric juice nitrite: a risk factor for cancer in the hypochlorhydric stomach". Lancet, ii, 1.037.

- RUDELL, W.S.J.; BONE, E.S.; HILL, M.J. y WALTERS, C.L. (1978): "Pathogenesis of gastric cancer in pernicious anaemia patients". Lancet, 1, 521-522.

- RUIZ, E.; SANTILLANA. M.I.; NIETO, M.T. y GARCIA-CASTELLANO, M.S. (1993): "Determinación de nitratos y nitritos en alimentos infantiles". Alimentaria, septiembre, 95-97.

- RUIZ, E.; SANTILLANA, I. y RAMOS, M. (1988): "Estudio del contenido de nitritos, nitratos y ácido ascórbico en distintos grupos de alimentos". Alimentaria, noviembre, 73-8.

- SAINT-BLANQUAT DE, G. (1980): "Aspect toxicologiques et nutritionnels des nitrates et des nitrites". Ann. Nutr. Alim., 34, (5-6), 827-864.

- SANDER, J. (1968): "Nitrosaminsynthese durch Bakterien". Z. Physiol. Chem., 349, 429-432.

- SANDER, J. y SEIF, F. (1969): "Significance of the nitrate for the formation of carcinogenic nitrosamines in the stomach". Arzneimittel. Forsch, 19, 1091-1093.

- SAPERS, G.M. y NICKERSON, J.T.R. (1962): "Stability of spinach catalase. III Regeneration". J. Food Sci., 27, 287-290.

- SAÜCHELLI, V. (1969): Trace elements in agriculture. Van Nostrand Reinhold Company, New York.

- SCHROEDER, H.A. (1971): "Loses of vitamins and trace minerals resulting from processing and preservation of food". The American Journal of Clinical Nutrition, 24, 562-573.

- SCHULTZ, D.S.; DEEN, W.M.; KAREL, S.F.; WAGNER, D.A. y TANNENBAUM, S.R. (1985): "Pharmacokinetics of nitrate in humans: role of gastrointestinal absorption and metabolism". Carcinogenesis, 6, 847-852.

- SCHUPHAN, W. (1968): Calidad y valor nutritivo de los alimentos. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza.

- SCHUPHAN, W. (1974): "The significance of nitrates in food and potable waters". Qualitas Plantarum-Plant Foods for Human Nutrition, 24, 19-36.

- SCRAGG, R.K.; DORSCH, M.M.; Mc MICHAEL, A.J. y BAGHURST, P.A. (1982): "Birth defects and household water supply". Med. J. Australia, 2, 577-579.

- SHEPHARD, S.E.; SCHLATTER, CH. y LUTZ, W.K. (1987): "Assesment of the risk of formation of carcinogenic N-nitroso compounds from dietary precursors in the stomach". Fd Chem. Toxic., 25(1), 91-108.

- SHUCKER, D.E.G. (1988): "The chemistry of N-nitrosation". En: Nitrosamines: toxicology and microbiology. Ed. M.J. Hill, Ellis Horwood, Chichester, Londres, 48-66.

- SICILIANO, J.; KRULICK, S.; HEISLER, G.; SCHWARTZ, J.H. y WHITE, J.W. (1975): "Nitrate and nitrite content of some fresh and processed market vegetables". J. Agric. Food Chem., 23, 461-464.

- SOLOMONSON, L.P. y BARBER, M.J. (1990): "Assimilatory nitrate-reductase: functional properties and regulation". Ann. Rev. Physiol. Plant. Mol. Biol., 41, 225-253.

- SOUCI, S.W.; FACHMANN, W. y KRANT, H. (1986): Food composition and nutrition tablets. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH. Stuttgart, 3ª Ed.

- SOUTHGATE, D. (1992): Conservación de frutas y hortalizas. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza, 3ª Edición.

- SPIEGELHALDER, B.; EISENBRAND, G. y PREUSSMAN, R. (1976): "Influence of dietary nitrate on nitrite content of human saliva: posible implications to in vivo formation of N-nitroso compounds". Fd. Cosmet. Toxicol., 14, 545-548.

- STEINBUCH, E. (1983): "Techniques de blanchiment des légumes congelés. Aspects économique, énergétique et rendement pondéral". Revue General du Froid, enero, 27-38.

- STEINBUCH, E. (1984): Thermal processing and quality of foods. Ed. P. Zeuthen, J.C. Cheftel y otros, 553-558. Elsevier Applied.

- STOUT, P.R. (1983): "Introducción". En: Micronutrientes en agricultura. Eds. J.J. Mortvedt, P.M. Giordano y W.L. Lindsay, 1-5. AGT Editor, México.

- SWARTZ, J.B. y CARROAD, P.A. (1981): "A cooling system with water recycle for blanched vegetables". J. Food Sci., 46, 440-444.

- SZWONEK, E. (1986): "Nitrates concentration in letucce and spinach as dependent on nitrate doses". Acta Hortic., 176, 93-97.

- TANNENBAUM, S.R.; FETT, D.; YOUNG, V.R.; LAND, P.D. y BRUCE, W.R. (1978): "Nitrite and nitrate are formed by endogenous synthesis in the human intestine". Science, 200, 1.487-1.488.

- TANNENBAUM, S.R.; SINKEY, A.J.; WIESMAN, M. y BISCHOP, W. (1974): "Nitrate in human saliva. Its possible relation to nitrosamines formation". J. Natl. Cancer Inst., 53, 79-84.

- THOMPSON, H.C. y KELLY, W.C. (1957): Vegetable crops. Mc Graw Hill Book Co., N.Y.-Toronto-Londres, 5ª Edición.

- TRICKER, A.R.; MOSTATA, M.H.; SPIEGELHALDER, B. y PREUSSMANN, R. (1989): "Urinary excretion of nitrate, nitrite and N-nitroso compounds in Schistosomiasis and bilharzia bladder cancer patients". Carcinogenesis, 10, 547-552.

- TUTELYAN, V.A.; ZHUKOVA, G.F. y PIMENOVA, V.V. (1990): "Assay of N-nitrosamines in foodstuffs produced in the URSS by gas-liquid chromatography with a thermal energy analyser". Food additives and contaminants, 7(1), 43,-49.

- ULRICH, R. (1983): "Modifications de la structure et de la composition des fruits et légumes non blanchis et conséquences du blanchiment". Rev. Gen. Froid, 1, 11-19.

- VAUGHN, K.C y CAMPBELL, W.H. (1988): "Immunogold localization of nitrate reductase in maize leaves". Plant Physiol., 88, 1.354-1.357.

- WAGNER, D.A.; SCHULTZ, D.S.; DEEN, W.M.; YOUNG, V.R. y TANNENBAUM, S.R. (1983): "Metabolic fate of an oral dose of [¹⁵N]-labelled nitrate in humans: effect of diet supplementation with ascorbic acid". Cancer Res., 43, 1.921-1.925.

- WALKER, R. (1975): "Naturally occurring nitrate/nitrite in foods". J. Sci. Food Agric., 26, 1.735-1.742.

- WALTERS, C.L. (1987): "Gastric juice N-nitroso compounds". En: Gastric carcinogenesis. Eds. P.I. Reed y M.J. Hill, Excerpta Medica, Amsterdam, 163-174.

- WALTERS, C.L. y SMITH, P.L. (1981): "The effect of water-borne nitrate on salivary nitrate". Ed. Chem. Toxicol., 19, 297-310.

- WARD, F.W.; COATES, M.E. y WALKER, R. (1986): "Nitrate reduction, gastrointestinal pH and N-nitrosation in genobiotic and conventional rats". Food Chem. Toxicol., 24, 17-22.

- WARNER, R.L. y KLEINHOF, A. (1992): "Genetics and molecular biology of nitrate metabolism in higher plants". Physiol. Plant., 85, 245-252.

- WHO (1977): Nitrites and N-nitroso compounds. Health Criteria, 5, World Health Organisation, Geneva, Switzerland.

- WILLS, R.H.; LEE, T.H.; MCGLASSON, W.B.; HALL, E.G. y GRAHAM, D. (1984): Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post-recolección. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.

- WYATT, C.J. y RONAN, K. (1983): "Effect of processing on the Na:K and Ca:P content in foods". J. Agric. Food Chem., 31(2), 415-420.

- XIMENEZ, L.H. (1980): Espectroscopía de absorción atómica. Publicaciones Analíticas, Madrid, Vol.I. Introducción.

- YEBRA, M.C.; BERMEJO, A. y BERMEJO, M.P. (1991): "Determinación de sodio y calcio en frutas y hortalizas por espectrofotometría de absorción atómica". Alimentaria, mayo, 53-55.

- ZACHARIAS, R. y DÜRR, R. (1984): "Alteraciones del peso en algunos alimentos durante su preparación y cocción". En: (1989): La gran guía de la composición de los alimentos. Ed. Oasis, S.L., Barcelona.

- ZBIGNEW, Ph.D. y POSTOLSKI, J. (1986): Tecnología de la congelación de los alimentos. Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.

- ZEEVAART, J.A.D. (1971): "Effect of photoperiod on growth rate and endogenous gibberellins in long day rosette plant spinach". Plant. Physiol., 47, 821-827.

- ZOBELL, C.F. y MEYER, K.F. (1932): "Factors influencing the reduction of nitrates and nitrites by bacteria in semisolid media". J. Bact., 24, 273-281